

RAFAEL EUGÊNIO MAIA GUAÑABENS

**INTERAÇÕES ENTRE *Brontocoris tabidus*, *Podisus nigrispinus*
(HETEROPTERA: PENTATOMIDAE), *Thyrinteina arnobia* (LEPIDOPTERA:
GEOMETRIDAE) E *Eucalyptus***

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013

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

T

G913i
2013

Guañabens, Rafael Eugênio Maia, 1981-
Interações entre *Brontocoris tabidus*, *Podisus nigrispinus*
(Heteroptera: Pentatomidae), *Thyrintea arnobia*
(Lepidoptera: Geometridae) e *Eucalyptus* / Rafael Eugênio
Maia Guañabens. – Viçosa, MG, 2013.
x, 68 f. : il. ; 29 cm.

Orientador: José Cola Zanuncio.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Pragas - Controle biológico. 2. Pentatomidae. 3. Inseto
predador. 4. Reprodução. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 595.754

RAFAEL EUGÊNIO MAIA GUAÑABENS

**INTERAÇÕES ENTRE *Brontocoris Tabidus*, *Podisus nigrispinus*
(HETEROPTERA: PENTATOMIDAE), *Thyriniteina arnobia* (LEPIDOPTERA:
GEOMETRIDAE) E *Eucalyptus***

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*

APROVADA: 24 de julho de 2013.

Rosenilson Pinto

José Eduardo Serrão
(Coorientador)

Carlos Sigueyuki Sedyama

Marcos Antonio Matiello Fadini

José Cola Zanuncio
(Orientador)

OFEREÇO

Aos meus pais

Jorge Eduardo Moura Guañabens
e Augusta do Carmo Maia Guañabens
aos meus irmãos

Tatiany Beatriz Maia Guañabens
e Alexandre Henrique Maia Guañabens

DEDICO

A minha sobrinha

Gabriela Torres Guañabens
a Patrícia Ferreira Santos

AGRADECIMENTOS

A Deus, por se fazer presente em todos os momentos, me concedendo saúde e força para superar as dificuldades e comemorar as alegrias.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Fitotecnia, pelo apoio à realização desta pesquisa.

Ao professor José Cola Zanuncio, pela oportunidade, pelos inúmeros ensinamentos, pela amizade e pela atenção e orientação na realização deste trabalho.

Aos meus co-orientadores, Teresinha Vinha Zanuncio e José Eduardo Serrão.

Ao Rosenilson Pinto e Robson José Esteves Peluzio, pela amizade, pelas importantes contribuições na realização deste trabalho.

Aos colegas e amigos de laboratório José Milton, Rafael Ribeiro, Douglas Parreira, Ancidérton Castro, Gabriel Jacques, Francisco DiMate, Julio Poderoso, Pedro Leme, Alexandre Cajú, Wagner Tavares, Daniele Venâncio, Roberta, Izabel Moreira, Lorene, Ana Flavia, Germano, Thales, pela amizade, pelo convívio diário, pela troca de experiências e pela ajuda.

Aos funcionários Moacir e seu Antonio, responsáveis pela manutenção do laboratório, criação de insetos e pela amizade.

Aos colegas de república Ranieri, Tiago, Luiz Alberto, Rossini, Henrique, Gibran, Carlos, Filipe Giardini, Diego Camelo, Vinicius, Lucas, Eder Galinari, Paulo, Ronan, pelo convívio e pela ajuda, mesmo que involuntária, ajudaram a tornar as coisas mais fáceis em Viçosa.

Ao meu pai Jorge Eduardo, a minha mãe Augusta do Carmo, aos meus irmãos Alexandre Henrique e Tatiany Beatriz, a minha sobrinha Gabriela Guañabens, a minha avó Alda Moura, as famílias Guañabens e Maia que souberam entender a minha ausência e me apoiaram em todos os momentos.

A dona Inês, seu Divino, Cleide, Flávia, Patricia, Fábio e Vitor, por terem me aceitado como membro da família e pelo apoio constante.

À minha amada Patrícia Ferreira Santos, por ser um dos meus maiores estímulos e luz nos momentos turbulentos.

A todos que ajudaram para a realização deste trabalho

BIOGRAFIA

RAFAEL EUGÊNIO MAIA GUAÑABENS, natural de Montes Claros, Minas Gerais, é Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), onde iniciou estudos com controle biológico.

Em agosto de 2008, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em nível de Mestrado. Em agosto de 2009, o programa o elevou ao nível de Doutorado, submetendo-se à defesa, em julho de 2013.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REFERÊNCIAS	5
CAPÍTULO 1 - <i>Podisus nigrispinus</i> USANDO O SEU HETEROESPECIFICO <i>Brontocoris tabidus</i> PARA LOCALIZAR SUA PRESA.....	10
RESUMO	10
1. INTRODUÇÃO	11
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
2.1. Criação de <i>Thyrintina arnobia</i>	12
2.2. Criação de <i>Podisus nigrispinus</i> e <i>Brontocoris tabidus</i>	12
2.3. Teste de escolha	13
3. RESULTADOS	14
4. DISCUSSÃO.....	14
5. AGRADECIMENTOS	17
6. REFERÊNCIAS	18
7. FIGURAS.....	22
CAPÍTULO 2 - DESENVOLVIMENTO NINFAL DOS PREDADORES GENERALISTAS, <i>Podisus nigrispinus</i> E <i>Brontocoris tabidus</i> (Heteroptera: Pentatomidae) CRIADOS JUNTOS.....	24
RESUMO	24
1. INTRODUÇÃO	25
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
2.1. Competição entre ninfas dos predadores <i>Podisus nigrispinus</i> e <i>Brontocoris tabidus</i>	26
3. RESULTADOS	26
4. DISCUSSÃO.....	27

5. AGRADECIMENTOS	30
6. REFERÊNCIAS	31
7. TABELAS.....	36
8. FIGURA	38
CAPÍTULO 3 - INTERAÇÃO ENTRE <i>Podisus nigrispinus</i> E <i>Brontocoris tabidus</i> (Heteroptera: Pentatomidae) PODE AFETAR A BIOLOGIA REPRODUTIVA DESSES PREDADORES DE PRAGAS AGROFLORESTAIS?	39
RESUMO	39
1. INTRODUÇÃO	40
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	40
2.1 Experimento – Biologia reprodutiva de <i>Podisus nigrispinus</i> com diferentes densidades de <i>Brontocoris tabidus</i> e vice-versa.....	41
3. RESULTADOS	42
4. DISCUSSÃO.....	42
5. AGRADECIMENTOS	45
6. REFERÊNCIAS	46
7. FIGURA	50
CAPÍTULO 4 - INTERAÇÃO AFETANDO A SOBREVIVÊNCIA, LONGEVIDADE, FECUNDIDADE E TABELAS DE VIDA DE <i>Podisus nigrispinus</i> E <i>Brontocoris tabidus</i> EM PLANTAS DE EUCALIPTO COM PUPAS DE <i>Tenebrio molitor</i>	51
RESUMO	51
1. INTRODUÇÃO	52
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	53
3. RESULTADOS	54
4. DISCUSSÃO.....	55
5. AGRADECIMENTOS	59
6. REFERÊNCIAS	60
7. TABELAS.....	67

RESUMO

GUAÑABENS, Rafael Eugênio Maia, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2013. **Interações entre *Brontocoris tabidus*, *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae), *Thyrinteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) e *Eucalyptus***. Orientador: José Cola Zanuncio. Coorientadores: José Eduardo Serrão e Teresinha Vinha Zanuncio.

Podisus nigrispinus (Dallas, 1851) e *Brontocoris tabidus* (Signoret, 1863) (Heteroptera: Pentatomidae) são percevejos predadores que vem sendo utilizados para controlar pragas agrofloretais, entre elas *Thyrinteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae). A utilização em conjunto de várias espécies de inimigo natural para controlar pragas é crescente, porém é preciso conhecer o efeito desta interação na biologia reprodutiva, sobrevivência e desenvolvimento ninfal das espécies, além de saber como essas espécies interagem para localizar suas presas. Os objetivos foram estudar a localização da presa *Thyrinteina arnobia* por *P. nigrispinus* e *B. tabidus*; o efeito da interação entre predadores no desenvolvimento ninfal, o efeito do aumento da densidade de *P. nigrispinus* sobre a biologia reprodutiva de *B. tabidus* e vice-versa, o efeito da interação na sobrevivência, longevidade, fecundidade e tabela de vida de *P. nigrispinus* e *B. tabidus*. Para a localização da presa, *P. nigrispinus* preferiu plantas infestadas com *T. arnobia* e *B. tabidus*, além disso, este predador preferiu somente plantas infestadas com *T. arnobia*. A interação entre ninfas de *B. tabidus* e *P. nigrispinus* aumentou o período ninfal e diminuiu o peso das ninfas. O número de ovos, de ovos por postura, de ninfas e a longevidade de *P. nigrispinus* diminuíram com o aumento da densidade de fêmeas de *B. tabidus*. O número de posturas de *P. nigrispinus* aumentou com a densidade de *B. tabidus* e, mesmo em baixas densidades, esse predador reduziu as características reprodutivas de *B. tabidus*. A presença do predador heteroespecífico afetou as características reprodutivas desses predadores. Porém, *B. tabidus* foi mais sensível a presença de *P. nigrispinus* que este, sendo a incubação dos ovos e o número de ninfas por postura os únicos parâmetros reprodutivos não influenciados. Parâmetros da tabela de vida foram influenciados pela presença do predador heteroespecífico, com os maiores valores para os predadores criados sozinhos. Estes predadores interagem para localizar suas presas, com maior benefício para *P. nigrispinus*. A interação entre as espécies afeta parâmetros reprodutivos, de

sobrevivência e desenvolvimento ninfal. Porém está interação não foi capaz de eliminar nenhuma espécie, pois as ninfas chegaram a fase adulta e as fêmeas apenas reduziram a oviposição. Essas espécies podem ser utilizadas em conjunto para controlar pragas agroflorestais, liberando primeiro *B. tabidus* e posteriormente *P. nigrispinus*.

ABSTRACT

GUAÑABENS, Rafael Eugênio Maia, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, July 2013. **Interactions between *Brontocoris tabidus*, *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae), *Thyrinteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) and *Eucalyptus***. Adviser: José Cola Zanuncio. Co-Advisers: José Eduardo Serrão and Teresinha Vinha Zanuncio

Podisus nigrispinus (Dallas, 1851) and *Brontocoris tabidus* (Signoret, 1863) (Heteroptera: Pentatomidae) bugs are predators that have been used for pest control agroforestry, including *Thyrinteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae). The joint use of several species of natural enemies for controlling insects is growing. However is necessary to know the effect this interaction in reproductive biology, survival and nymphal development of species, beyond knowing how these species interact to locate their prey. The objectives were to study the location of prey *Thyrinteina arnobia* by *P. nigrispinus* and *B. tabidus*, the effect of the interaction between predators on nymphal development, the effect of increasing the density of *P. nigrispinus* on the reproductive biology of *B. tabidus* and vice versa, the interaction effect in survival, longevity, fecundity and life table of *P. nigrispinus* and *B. tabidus*. For the location of the prey *P. nigrispinus* preferred plants infested with *T. arnobia* and *B. tabidus*. This only predator preferred plants infested with *T. arnobia*. The interaction between nymphs of *B. tabidus* and *P. nigrispinus* increased nymphal period and decreased the weight of nymphs. The number of eggs, of eggs per posture, of nymphs and longevity of *P. nigrispinus* reduced by increasing the density female *B. tabidus*. The number of postures of *P. nigrispinus* increased with the density of *B. tabidus* and, even at low densities, this predator reduced the reproductive characteristics of *B. tabidus*. The presence of heterospecific predator affect the reproductive traits of predators. However, *B. tabidus* was more sensitive to the presence of *P. nigrispinus* this, and the incubation of eggs and the number of nymphs per posture the only reproductive parameters not influenced. Life table parameters are influenced by the presence of heterospecific predator with the highest values for predators created by themselves. These predators interact to locate prey, with greatest benefit to *P. nigrispinus*. The interaction between species affect reproductive parameters, survival and nymphal development. But interaction is not able to eliminate any kind, because the nymphs reached phase adult and

females only reduced oviposition. These species may be used together to control agroforestry first releasing *B. tabidus* and then *P. nigrispinus*.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Interações tritróficas (planta-herbívoro-inimigo natural) começaram a ser estudadas nas últimas décadas fornecendo informações para se compreender e melhorar os processos envolvidos nas práticas de controle biológico (Molina-Rugana, 2002). Inimigos naturais têm sido estudados, no Brasil, para o manejo de insetos desfolhadores de espécies florestais como o eucalipto, como uma alternativa ao controle químico, para reduzir o impacto no ecossistema e proporcionar maior sustentabilidade ambiental.

Um dos passos importantes para o sucesso do controle biológico é a localização da presa. A busca por presa, pelos inimigos naturais se dá inicialmente com a localização do microhabitat, isso é, encontrar o local onde o microclima é favorável para a sobrevivência da presa devido a fatores climáticos favoráveis como a temperatura e umidade (Davies et al., 2004), intensidade luminosa (Fernando, 1999).

As plantas desenvolveram, no processo de co-evolução, mecanismos que influenciam positiva ou negativamente os inimigos naturais. A presença de tricomas, por exemplo, pode dificultar a localização da presa (Toscano et al., 2003), mas os inimigos naturais utilizam estratégias como a orientação por estímulos químicos, sonoros, visuais e táteis (Pallini et al., 1997). A liberação de voláteis pela planta danificada pode ser detectável a longa distância, e facilitar a localização da presa por seus inimigos naturais (Holtz et al., 2003). Estes sinais, da planta danificada, são liberados para a defesa indireta e induzida, e se manifesta, somente, após a planta ser injuriada (Pallini et al., 2005), afetando os herbívoros (Matos et al., 2006) e resultando em interação tritrofica. Esses odores são importantes para a atração dos inimigos naturais para o microhabitat de suas presas (Hoballah et al., 2002) e sua liberação é induzida pelo ataque de herbívoros, e ativa, mudanças comportamentais nos artrópodes carnívoros, principalmente, no ajuste de sua decisão de forrageamento (Sabelis et al., 1999).

A atração do inseto pode variar com a espécie da planta e a quantidade e qualidade de compostos liberados (Hoballah et al., 2002), os quais podem variar de acordo com as condições abióticas (Meiners et al., 2003), como precipitação, temperatura e umidade relativa. Por outro lado, a resposta de inimigos naturais a

esses voláteis é afetada pela espécie de planta, cultivar, espécies de herbívoro e experiência do inimigo natural (Eiras & Gerk, 2001). O estabelecimento e/ou manutenção de inimigos naturais depende, também, do sucesso do encontro da presa e do aproveitamento do alimento para seu crescimento populacional (Molina-Rugana, 2002).

Thyrinteina arnobia (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) é um dos lepidópteros desfolhadores de eucalipto com maior frequência entre os indivíduos encontrados em culturas de eucalipto (Zanuncio et al., 2001a). Esse inseto pode reduzir a produtividade florestal (Gerti Filho & Wilcken, 1993) com perdas de, aproximadamente, 40% em volume de madeira, dependendo da idade e incremento médio anual (Oda & Berti Filho, 1978). Essa espécie apresenta o estágio larval com seis estádios para machos e de seis a sete estádios para fêmeas, podendo consumir em torno de 120 cm² de área foliar (Wilcken, 1996). Os surtos com *T. arnobia* ocorrem, geralmente, com várias espécies de lepidópteros ao mesmo tempo, sendo os percevejos predadores uma alternativa importante de controle dessas pragas.

A subordem heteroptera apresenta, na família Pentatomidae, agentes importantes de controle biológico (Zanuncio et al., 1994, Zanuncio et al., 1996). Essa família apresenta na subfamília Asopinae 32 espécies predadoras com potencial para supressão de pragas (Buckup, 1961). Entre essas, destacam-se *P. nigrispinus*, *B. tabidus*, *Podisus distinctus* (Stal, 1870), *Podisus maculiventris* (Say, 1831), *Podisus rostralis* (Stal, 1860) e *Supputius cincticeps* (Stal, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae) (Zanuncio et al., 1994, Oliveira et al., 1999, De Clercq, 2000, Molina-Rugana et al., 2001). Esses predadores alimentam-se de indivíduos de diversas ordens, principalmente, Coleoptera e Lepidoptera. Além disso, os percevejos predadores têm hábito alimentar diversificado utilizando material vegetal em sua dieta (Eubanks & Denno, 1999, Evangelista Junior et al., 2003, 2004, Lemos et al., 2001), com melhorias nas características biológicas desses insetos (Lemos et al., 2001, Oliveira et al., 2002, Zanuncio et al., 2000, 2004). Essa característica é a onívora, quando uma espécie alimenta-se em dois ou mais níveis tróficos (Coll & Guershon, 2002), fornecendo flexibilidade ecológica aos predadores e aumentando a sobrevivência dos mesmos quando os recursos em um nível trófico são de baixa qualidade ou indisponíveis (Gillespie & McGregor, 2000, Sinia et al., 2004). Além de

promover a flexibilidade ecológica aos predadores essa característica de se alimentar de plantas pode facilitar a localização da presa.

P. nigrispinus e *B. tabidus* têm recebido atenção em programas de controle biológico (Zanuncio et al., 1994), sendo liberados em plantios de eucalipto por empresas de reflorestamento (Zanuncio et al., 2002). Estádios iniciais para se maximizar a ação desses percevejos predadores no controle biológico incluem a recaptura em plantas de *Eucalyptus cloeziana* e *Pisidium guajava* atacadas ou não por *T. arnobia*, o aperfeiçoamento de dieta artificial (Coracini et al., 1999) o uso de presas alternativas, o aumento da capacidade reprodutiva (Oliveira et al., 2005) e a avaliação de predação desses insetos (Vivan et al., 2002).

O uso de mais de uma espécie de inimigo natural, para o controle de pragas, é uma técnica de manejo para aumentar a eficiência do controle biológico, principalmente quando os organismos atuam sobre diferentes estágios da praga (Kakehashi et al., 1984, Keever et al., 1986, Gonçalves et al., 2006). No mesmo “habitat”, vários tipos de associações interespecíficas podem ocorrer entre seres vivos, como predação, competição, mutualismo e comensalismo (Silveira et al., 2005).

A predação intraguilda resulta da atuação de duas espécies de competidores por uma fonte alimentar comum a eles, ocorrendo uma interação, com uma espécie podendo preda ou parasitar o seu concorrente (Polis et al., 1989, Arim & Marquet, 2004). A interação intraguilda ocorre geralmente, entre predadores generalistas (Cardinale et al., 2003, Ives et al., 2005, Müller & Brodeur, 2002).

A interação entre diversos inimigos naturais sobre as presas pode não ser desejável (Snyder et al., 2008), pois a competição entre grupos de predadores pode enfraquecer o potencial de controle e a supressão do herbívoro (Rosenheim, 1998, Snyder & Wise, 2001, Bruno & O'Connor, 2005). Paradoxal que, em uma comunidade, diversos inimigos naturais não controle uma população da praga e que um único membro da comunidade de inimigo natural possa ser o agente de controle (Rosenheim, 2005). A teoria mostra que a presença de predação intraguilda em uma comunidade tem implicações ecológicas importantes que incluem o relacionamento entre a estabilidade e a diversidade da cadeia alimentar, a coexistência de

concorrentes de recurso e de supressão do recurso compartilhado (Borer et al., 2003).

No meio agroflorestal se observa a interação entre lagartas desfolhadoras, percevejos predadores e o eucalipto (Cavalcanti et al., 2000). Observações de campo mostram que o *B. tabidus* é o primeiro percevejo predador a localizar a presa em surtos de *T. arnobia* e mais tarde *P. nigrispinus* (comunicação pessoal, Zanuncio 2007). Além disso, *P. nigrispinus* não distingue entre o odor da planta de eucalipto limpa e aquelas infestadas por *T. arnobia* em laboratório (Molina-Rugana, 2002) e esse predador foi pouco atraído por plantas de eucaliptos danificadas ou não (Grosman et al., 2005). Isto demonstra que esse predador pode usar outros sinais além de voláteis da planta para localização da *T. arnobia* em campo.

Vários organismos compartilham os mesmos recursos, nos ecossistemas, em mesmo espaço temporal, podendo ocorrer a adaptação de uma espécie à presença de outra e interações entre as mesmas.

Os objetivos foram estudar a localização da presa *Thyrinteina arnobia* por *P. nigrispinus* e *B. tabidus*; o efeito da interação entre predadores no desenvolvimento ninfal, o efeito do aumento da densidade de *P. nigrispinus* sobre a biologia reprodutiva de *B. tabidus* e vice-versa, o efeito da interação na sobrevivência, longevidade, fecundidade e tabela de vida de *P. nigrispinus* e *B. tabidus*.

2. REFERÊNCIAS

- Arim, M. & P Marquet. 2004. Intraguild predation: a widespread interaction related to species biology. **Ecology Letters**, 7(7): 557-564.
- Berti Filho, E. & C.F Wilcken. 1993. Novo habito alimentar de *Thyriniteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae). **IPEF** 46: 119-120.
- Borer, E.T., Briggs, C.J., Murdoch, W.W., Sgarbick, S.L. 2003. Testing intraguild predation theory in a Field system: does numerical dominance shift along a gradient of productivity? **Ecology Letters**, 6(10): 929-935.
- Bruno, J.F. & M.I. O'Connor. 2005. Cascading effects of predator diversity and omnivory in a marine food web. **Ecology Letters**, 8(10): 1048-1056.
- Buckup, L. 1961. Os pentatomídeos do Rio Grande do Sul (Brasil). **Iheringia Serie Zoologia**, 6: 1-24.
- Cardinale, B.J., Harvey, C.T., Gross, K., Lives, A.R. 2003. Biodiversity and biocontrol: emergent impacts a multi-enemy assemblage on pest suppression and crop yield in an agroecosystem. **Ecology Letters**, 6(9): 857-865.
- 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(4): 697-297.
- Coll, M. & Guershon, M. 2002. Omnivory in terrestrial arthropods: mixing plant and prey diets. **Annual Review of Entomology**, 47: 267-297.
- Coracini, M.D.A., Vilela, E.F., Junior, P.M., Zanuncio, J.C., Furtado, M.F. 1999. Localização e aceitação de dieta artificial contendo feromônio sexual pelo predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 28(4): 687-693.
- Davies, A.P., Cebalo, F.A., Walter, G.H. 2004. Is the potencial of *Coccidoxenoides perminutus*, a mealybug parasitoid, limited by climatic or nutritional factors? **Biological Control**, 31(2):181-188.
- De Clercq, P. 2000. Predaceous stinkbugs (Pentatomidae: Asopinae). In Schaefer, C.W., Panizzi, A.R. (eds), *Heteroptera of economic importance*. 1ª ed. Cambridge University, p. 737-789.
- Eiras, A.E. & Gerk, A.G. 2001. Cairomônios e aprendizagem em parasitóides, In Vilela, E.F., Della Lucia, T.M.C. (Ed.). *Feromônio de insetos: biologia, química e emprego no manejo de pragas*, Ribeirão Preto, Holos, p. 127-134.

Eubanks, M. & Denno, R.F. 1999. The ecological consequences of variation in plants and prey for an omnivorous insect. **Ecology**, 8(4): 1253-1266.

Evangelista Júnior, W.S., Gondin Júnior, M.G.C., Torres, J.B., Marques, E.J. 2003. Efeito de plantas daninhas e do algodoeiro no desenvolvimento, reprodução e preferência para oviposição de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, 32(4): 677-684.

Evangelista Júnior, W.S., Gondin Júnior, M.G.C., Torres, J.B., Marques, E.J. 2004. Fitofagia de *Podisus nigrispinus* em algodoeiro e plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 39(5): 413-420.

Fernando, L.C.P. & Walter, G.H. 1999. Activity patterns and oviposition rates of *Aphytis Lingnanensis* females, a parasitoid of California red scale *Aonidiella aurantii*: Implications for successful biological control. **Ecological Entomology**, 24(4): 416-425.

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(4): 380-386.

Gonçalves, J.R., Faroni, L.R.A., Guedes, R.N.C., Oliveira, C.R.F., Gracia, F.M. 2006. Interação entre *Acarophenax lacunatus* (Cross & Krantz) (Prostigmata: Acarophenacidae) e *Anisopteromalus calandrae* (Howard) (Hymenoptera: Pteromalidae) sobre *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrichidae). **Neotropical Entomology**, 35(6): 823-827.

Grosman, A.H., Breemen, M.V., Holtz, A.M., Pallini, A., Moilina-Rugana, H., Pengel, M., 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(2): 135-142.

Hoballah, M.E.F., Tamó, C., Turlings, T.C.J. 2002. Differential attractiveness of induced odors emitted by eight maize varieties for the parasitoid *Cotesia marginiventris*: Is quality or quantity important? **Journal of Chemical Ecology**, 28(5): 951-966.

Holtz, A.M., Oliveira, H.G., Pallini, A., Venzon, M., Zanuncio, J.C., Oliveira, C.L., Marinho, J.S., Rosado, M.C. 2003. Desempenho de *Thyrintina arnobia* Stoll (Lepidoptera: Geometridae) em eucalipto e goiaba: O hospedeiro nativo não é um bom hospedeiro? **Neotropical Entomology**, 32(3): 427-431.

- Takehashi, N., Suzuki, Y., Iwasa, Y. 1984. Niche overlap of parasitoids in host-parasitoid system: Its consequence to single versus multiple introduction controversy in biological control. **Journal of Applied Ecology**, 21(1): 115-131.
- Keever, D.W., Mullen, M.A., Press, J.W., Arbogast, R.T. 1986. Augmentation of natural enemies for suppressing two major insect pests in stored farmers stock peanuts. **Environmental Entomology**, 15(3): 767-770.
- 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). **International Journal of Pest Management**, 47(2): 89-93.
- Matos, C.H.C., Palini, A., Bellini, L.L., Freitas, R.C.P. 2006. Domácias e seu papel na defesa das plantas. **Ciência Rural**, 36(3): 1021-1026.
- Meiners, T.F., Wäckers, F., Lewis, W.J. 2003. Associative learning of complex odours in parasitoid host location. **Chemical Senses**, 28(3): 231-236.
- Molina-Rugana, A.J. 2002. Localização da presa, reprodução longevidade e desenvolvimento da glandula de feromônio do predador *Podisus nigrispinus* (Het.: Pentatomidae) em reposta à privação de alimento. Tese de Doutorado em Entomologia, Universidade federal de Viçosa, 82p.
- Molina-Rugana, A.J., Zanuncio, J.C., Vinha, E., Ramalho, F.S. 2001. Daily rate of egg laying of the predator *Podisus nigrispinus* (Stal, 1860) (Heteroptera: Pentatomidae) under different feeding intervals. **Revista Brasileira de Entomologia**, 45: 1-5.
- Müller, C.B. & Brodeur. 2002. Intraguild predation in biological control and conservation biology. **Biological Control**, 25(3): 216-223.
- Oda, S. & Berti Filho, E. 1978. Incremento anual volumétrico de *Eucalyptus saligna* em areas com diferentes níveis de infestação de lagartas de *Thyrinteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae). **IPEF**. 17: 27-31.
- Oliveira, H.N., Zanuncio, J.C., Sossai, M.F., Pratisoli, D. 1999. Body weight incremente of *Podisus distinctus* (Stal) (Heteroptera: Pentatomidae) fed on *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Pentatomidae) or *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). **Brenesia**. 51: 77-83.
- Oliveira, J.E.M., Torres, J.B., Carrano-Moreira, A.F., Barros, R. 2002. Efeito de plantas do algodoeiro e do tomateiro, como complemento alimentar, no desenvolvimento e na reprodução do predador *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, 31(1): 101-108.

Oliveira, I., Zanuncio, J.C., Serrão, J.E., Zanuncio, T.V., Pinon, T.B.M., Fialho, M.C.Q. 2005. Effect of female weight on reproductive potencial of the predador *Brontocoris tabidus* (Signoret, 1852) (Heteroptera: Pentatomidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 48(2): 295-301.

Pallini, A., Janssen, A., Sabelis, M.W. 1997. Odour-mediated responses of phytophagous mites to conspecific and heterospecific competitors. **Oecologia**. 110(2): 179: 185.

Pallini, A., Fadini, M.A.M., Holtz, A.M., Venzon. 2005. Defesa induzida de plantas como método alternative de controle de pragas. P. 73-88. In: Venzon, M., Júnior, T.J.P., Pallini, A. (Ed.). Controle Alternativo de Pragas e Doenças. Viçosa.

Polis, G.A., Myers, C.A., Holt, R.D. 1989. The ecology and evolution of intraguild predation: potencial competitors that eat each other. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 20: 297-330.

Rosenheim, J.A. 1998. Higer-order predators and the regulation of insect herbivore populations. **Annual Review of Entomology**, 43: 421-447.

Rosenheim, J.A. 2005. Intraguild predation of *Orius tristicolor* by *Geocoris* spp. And the paradox of irruptive spider mite dynamics in California cotton. **Biological Control**, 32(1): 172: 179.

Sabelis, M.W., Janssen, A., Pallini, A., Venzon, M., Bruin, J., Drukker, B., Scutareanu, P. 1999. Behavioural responses of predatory and herbivorous arthropods to induced plant volatiles: From evolutionary ecology to agricultural applications. In Agrawal, A., Tuzun, S., Bent, E (Eds): Induced plant defenses against pathogens and herbivores. American phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA. Pp. 269-296.

Silveira, L.C.P., Bueno, V.H.P., Louzada, J.N.C., Carvalho, L.M. 2005. Percevejos predadores (*Orius* spp) (Hemiptera: Anthocoridae) e trips (Thysanoptera): interação no mesmo habitat? **Revista Árvore**, 29(5):767-773.

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(3): 243-248.

Snyder, G.B., Finke, D.L., Snyder, W.E. 2008. Predator biodiversity strengthens aphid suppression across single-and multiple-species prey communities. **Biological Control**, 44(1): 52-60.

Snyder, W.E. & Wise, D.H. 2001. Contrasting trophic cascades generated by a community of generalist predators. **Ecology**, 82(6): 1571-1583.

- Toscano, L.C., Auad, A.M., Figueira, L.K. 2003. Comportamento de *Chrysorperla externa* (Hagen, 1861) em genótipos de tomateiro infestado com ovos de *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) biotipo B em laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, 70: 117-121.
- Vivan, 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(5): 581-587.
- Zanuncio, J.C., Alves, J.B., Zanuncio, T.V., Garcia, J.F. 1994. Hemipterous predators of eucalypt desfoliator caterpillars. **Forest Ecology and Management**, 65(1): 65-73.
- Zanuncio, J.C., Saavedra, J.L.D., Zanuncio, T.V., Santos, G.P. 1996. Incremento em el peso de ninfas y adultos de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) alimentados com dos tipos de larvas. **Revista de Biologia Tropical**, 45(1): 241-245.
- Zanuncio, J.C., Zanuncio, T.V., Guedes, R.N.C., Ramalho, F.S. 2000. Effect of feeding on three *Eucalyptus* species on the development of *Brontocoris tabidus* (Het.: Pentatomidae) fed with *Tenebrio molitor* (Col.: Tenebrionidae). **Biocontrol Science and Technology**, 10(4): 443-450.
- Zanuncio, J.C., Molina-Rugana, A.J., Serrão, J.E., Pratisoli, 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(3): 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. Parra, J.R. et al. (Eds) In. Controle Biológico no Brasil. P. 495-505.
- Zanuncio, J.C., Lacerda, M.C., Zanuncio Junior, J.S., Zanuncio, T.V., Silva, A.M.C., Espíndula, M.C. 2004. Fertility table and rate of population growth of the predator *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) on one plant of *Eucalyptus cloeziana* in the field. **Annals of Applied Biology**, 144(3): 357-361.

CAPÍTULO 1

***Podisus nigrispinus* USANDO O SEU HETEROESPECIFICO *Brontocoris tabidus* PARA LOCALIZAR SUA PRESA**

RESUMO: Inimigos naturais podem usar meios físicos, visuais ou químicos para localizarem suas presas ou hospedeiros, e o entendimento de como isto ocorre pode tornar o controle biológico de pragas mais efetivo. *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) e *Brontocoris tabidus* (Signoret, 1863) (Heteroptera: Pentatomidae) são predadores generalistas e importantes agentes de controle de pragas em cultivos agroflorestais. A capacidade de reconhecer plantas infestadas ou não com pragas por estas espécies é, ainda, pouco compreendida. O objetivo foi estudar os meios que são utilizados por esses predadores para localizarem suas presas em olfatômetro em “Y”. No experimento 1, os predadores tinham que escolher entre uma fonte de ar ou eucalipto; ar ou eucalipto infestado com *Thyrinteina arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae); eucalipto ou eucalipto infestado com *T. arnobia*. No experimento 2, *P. nigrispinus* tinha que escolher entre eucalipto infestado com *T. arnobia* ou eucalipto com *T. arnobia* e *B. tabidus*. No experimento 3, *B. tabidus* tinha que escolher entre plantas de eucalipto infestadas com *T. arnobia* ou eucalipto com *T. arnobia* e *P. nigrispinus*. *Podisus nigrispinus* e *B. tabidus* preferiram eucalipto ao invés do ar; eucalipto infestado com *T. arnobia* ao invés de ar; *P. nigrispinus* não diferiu entre eucalipto e eucalipto com *T. arnobia*, ao contrário de *B. tabidus*, que preferiu plantas infestadas com a praga; *P. nigrispinus* preferiu plantas infestadas com *T. arnobia* e *B. tabidus* ao invés de planta somente com essa praga; *B. tabidus* preferiu plantas infestadas somente com *T. arnobia* em detrimento daquelas com essa praga e *P. nigrispinus*. A liberação inicial de *B. tabidus* em áreas florestais pode contribuir para a infestação posterior por *P. nigrispinus* e a presença desses dois predadores na área pode tornar o controle biológico mais efetivo.

Palavras-chave: Controle biológico, interação, Pentatomidae, voláteis

1. INTRODUÇÃO

Compreender como os agentes de controle biológico localizam suas presas ou seus hospedeiros é fundamental para o sucesso de programas de controle biológico com predadores ou parasitóides. A presa ou hospedeiro pode ser localizada por meio visual (Ichiki et al., 2011), físico (Fatouros et al., 2009) ou químico (Braasch et al., 2012). Plantas atacadas por insetos herbívoros liberam compostos voláteis que atraem predadores e parasitóides (Hare et al., 2011; Braasch et al., 2012). Esses compostos compreendem, principalmente, terpenoides, compostos benzênicos, derivados de ácidos graxos e fenilpropanoides (Alisson & Hare, 2009; Dicke & Baldwin, 2010; Braasch et al., 2012). A partir deste conhecimento, plantas estão sendo modificadas geneticamente para emitirem compostos mais atraentes aos inimigos naturais (Degenhardt et al., 2009; Kos et al., 2013), ou produtos sintéticos estão sendo utilizados no campo para manipular este comportamento (Mallinger et al., 2011; Simpson et al., 2011).

Voláteis liberados por plantas podem atrair mais de um inimigo natural (Kaplan, 2012a), o que é desejável, pois maior diversidade de inimigos naturais torna o controle de pragas mais efetivo (Straub & Snyder, 2008). Por outro lado, isto poderia ocasionar interferência de um inimigo natural sobre o outro (Kaplan, 2012a) e, normalmente inimigos naturais evitam locais com presença de outro inimigo natural (Sarmiento et al., 2007 Almohamad et al., 2010) e a capacidade de detectar voláteis difere entre as espécies (Braasch & Kaplan, 2012).

No meio agroflorestral se observa a interação entre lagartas desfolhadoras, percevejos predadores e o eucalipto (Cavalcanti et al., 2000). Observações de campo mostram que os percevejos predadores *Brontocoris tabidus* (Signoret, 1863) e *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) e a lagarta desfolhadora *Thyrintea arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae) interagem em surtos desta praga em campo (comunicação pessoal, Zanuncio 2007). Esses predadores alimentam-se de indivíduos de diversas ordens (Torres et al., 1998), principalmente, Coleoptera e Lepidoptera (De Clercq et al. 2000) e, por isso, têm recebido atenção (Zanuncio et al., 1994) e liberados em programas de controle

biológico em plantios de eucalipto por empresas de reflorestamento (Zanuncio et al., 2002).

A maneira como insetos predadores localizam suas presas não é bem compreendido (Finlay-Doney & Walter, 2012). Portanto, o objetivo foi investigar o modo como *B. tabidus* e *P. nigrispinus* localizam sua presa *T. arnobia*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Criação de *Thyrinteina arnobia*

O experimento foi realizado no Laboratório de Controle Biológico de Insetos do Instituto de Biotecnologia Aplicada na Agricultura (LCBI/BIOAGRO) da Universidade Federal de Viçosa (UFV) em Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

Thyrinteina arnobia foi criada em *Eucalyptus cloeziana*, a partir de indivíduos coletados no campo em plantios de eucalipto no estado de Minas Gerais, até a fase de pupa. As pupas foram coletadas e acondicionadas em BOD até a emergência dos adultos. Os adultos de *T. arnobia* foram levados para gaiolas para acasalamento e oviposição logo após a emergência. As posturas foram coletadas e mantidas em temperatura controlada a $25,0 \pm 2,0$ °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$, e fotofase de 12 horas até a eclosão das lagartas, as quais foram levadas ao campo e criadas até atingirem o quarto estágio. As lagartas foram criadas em sacos de tecido organza envolvendo folhas de eucalipto.

2.2. Criação de *Podisus nigrispinus* e *Brontocoris tabidus*

Ninfas de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* foram obtidas da criação massal do Laboratório de Controle Biológico de insetos do BIOAGRO, onde esses predadores são criados a 25 ± 2 °C, $70 \pm 5\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas. Essas ninfas foram colocadas em sacos de tecido tipo organza (31 x 21 cm) em galhos de *E. cloeziana* no campo, recebendo “ad libitum” lagartas de *T. arnobia* e água até a fase adulta. Adultos de *B. tabidus* e *P. nigrispinus* dessa criação foram utilizados no experimento de localização de presa.

2.3. Teste de escolha

O comportamento de localização de presa pelos predadores foi estudado em um olfatômetro em “Y” (Pallini et al. 1997). Esse aparelho consiste de um tubo de vidro em forma de “Y”, com cada braço conectado a caixa de acrílico transparente (50 x 36 x 43 cm) com fontes de odores, por uma mangueira de borracha. O fluxo de ar foi produzido por um aspirador de pó conectado a base do tubo de vidro formando uma corrente de ar para guiar o predador do tubo em direção a fonte de odor e a tomada de decisão quando atingiu a bifurcação do “Y”. A velocidade da corrente de ar, no interior do olfatômetro, foi de 0,4 m/s em cada braço, medida por fluxômetros digitais e calibrada por registros manuais.

Brontocoris tabidus e *P. nigrispinus* foram privados de alimento por, aproximadamente, oito horas antes dos testes. Esses percevejos predadores foram liberados, individualmente, no olfatômetro com um percevejo por repetição, totalizando 50 repetições. As posições das fontes de odores foram invertidas a cada cinco percevejos testados para se evitar interferência da luminosidade e as fontes de odores trocadas a cada repetição para evitar a pseudo-repetição (Michaud et al., 2012). As fontes de odores foram mudas de *E. cloeziana* não infestadas; mudas infestadas com *T. arnobia* e mudas com *T. arnobia* e *B. tabidus* ou *P. nigrispinus* com cerca de cinco lagartas de quarto estágio e cinco percevejos por planta. Os predadores tiveram um intervalo de 600 segundos para fazerem a escolha, a qual foi definida quando cada indivíduo atingia a metade de um braço do olfatômetro (Radziuté & Büda, 2012).

Os experimentos foram realizados durante uma semana, das 8 às 16:00 horas.

- No teste 1, os odores testados para os predadores *B. tabidus* e *P. nigrispinus* foram: a) ar versus plantas de eucalipto não infestadas; b) ar versus plantas de eucalipto infestadas; c) planta de eucalipto infestada versus planta de eucalipto não infestada.

- No teste 2, os odores para o predador *P. nigrispinus* foram: a) planta infestada com *T. arnobia* versus planta com *T. arnobia* e *B. tabidus*.

- No teste 3, os odores testados para o predador *B. tabidus* foram: a) planta infestada com *T. arnobia* versus planta infestada com *T. arnobia* e *P. nigrispinus*.

A preferência de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* para as fontes de odor foram analisadas com o teste qui-quadrado (χ^2) (Borges et al., 2006; Lou et al., 2006). Os predadores que não responderam a nenhuma fonte de odor foram excluídos das análises (Finlay-Doney & Walter, 2012), as quais foram feitas com o software SAS 8.0 (SAS Institute, 1988).

3. RESULTADOS

Entre a fonte de ar ou de eucalipto, *P. nigrispinus* e *B. tabidus* preferiram o braço do olfatômetro com planta ($\chi^2= 11,65$, Gl= 1, $P < 0,05$ e $\chi^2= 16,2$, Gl= 1, $P < 0,05$, respectivamente) (Figuras 1 e 2). Para as fontes ar versus planta infestada com *T. arnobia*, os predadores preferiram a planta infestada ($\chi^2= 16,2$, Gl= 1, $P < 0,05$ e $\chi^2= 16,33$, Gl= 1, $P < 0,05$, respectivamente) (Figura 1 e 2). *Podisus nigrispinus* não mostrou preferência por eucalipto infestado ou não por *T. arnobia* ($\chi^2= 0,53$, Gl= 1, $P < 0,05$) (Figura 1), ao contrário de *B. tabidus* que preferiu plantas infestadas com *T. arnobia* ($\chi^2= 5,33$, Gl= 1, $P < 0,05$) (Figura 2). Para plantas de eucalipto infestadas com *T. arnobia* versus eucalipto com essa praga e *B. tabidus*, *P. nigrispinus* preferiu estas últimas ($\chi^2= 5,33$, Gl= 1, $P < 0,05$) (Figura 1), enquanto *B. tabidus* preferiu plantas com *T. arnobia* e sem *P. nigrispinus* ($\chi^2= 10,08$, Gl= 1, $P < 0,05$) (Figura 2).

4. DISCUSSÃO

A preferência de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* para o braço do olfatômetro com eucalipto e eucalipto infestado com *T. arnobia* concorda com fato de que inimigos naturais optam pela fonte de alimento (Finlay-Doney & Walter, 2012) devido à produção de voláteis pelas plantas após injúria por herbívoros (Hare et al., 2011; Braasch et al., 2012). Estes compostos são usados pelos insetos para a localização da fonte de alimento (Alisson & Hare, 2009; Kaplan, 2012a). Além disso, plantas são importantes como fonte de água e nutrientes para predadores (Holtz et al., 2011).

Isto aumenta a sobrevivência, o peso corporal, a fecundidade e reduz o tempo de desenvolvimento desses inimigos naturais (Zanuncio et al., 2000; Evangelista-Júnior et al., 2004) e prolonga a permanência dos mesmos no ecossistema, mesmo em situações de escassez de presas (Coll & Guershon, 2002).

Podisus nigrispinus não discriminou plantas de eucalipto infestadas ou não com *T. arnobia*, ao contrário de *B. tabidus*, que preferiu plantas infestadas em detrimento das não infestadas, isso mostra diferenças entre esses predadores para responder a voláteis de plantas (Braasch & Kaplan, 2012). A combinação de planta mais herbívoro deve atrair mais inimigos naturais que aquelas sem herbívoro (Finlay-Doney & Walter, 2012). No entanto, esta resposta pode variar, pois os voláteis de plantas danificadas por insetos herbívoros podem induzir repostas diferenciadas para inimigos naturais localizarem suas presas (Vuorinen et al., 2004). No entanto, decodificar a informação desses compostos não é fácil (Kaplan, 2012b) e nem todos os voláteis liberados sensibilizam os predadores (Dicke & Baldwin, 2010). A atração de artrópodes a estímulos olfativos é inata ou adquirida (Dukas, 2008; Alisson & Hare, 2009). O eucalipto, como planta exótica e cultivada a menos de 110 anos no Brasil (EMBRAPA, 2003), pode ainda não ter voláteis que sejam, totalmente, reconhecidos por *P. nigrispinus* como indicativos de plantas danificadas por insetos. Além disso, essas plantas podem não produzir voláteis suficientes para induzir uma resposta neste predador (Grosman et al., 2005), ou não os produzem em quantidade suficiente, pois isto se correlaciona positivamente com a atração de inimigos naturais (Dicke & Baldwin, 2010). Entretanto, *P. nigrispinus* reconheceu plantas de goiaba, da mesma família do eucalipto, danificadas por *T. arnobia* (Grosman et al., 2005), mostrando melhor adaptação desse inimigo natural a esta planta nativa.

A preferência de *B. tabidus* por plantas infestadas com *T. arnobia* está de acordo com o fato de inimigos naturais preferirem plantas infestadas (Sarmiento et al., 2007; Yoon et al., 2010; Carvalho et al., 2011) devido à liberação de compostos voláteis (Braasch & Kaplan, 2012). Além disso, as presas podem ser localizadas por produtos químicos liberados das mesmas, como relatado para os predadores (Verheggen et al., 2008; Almohamad et al., 2009; Kos et al., 2013).

A preferência de escolha de *P. nigrispinus* por planta infestada com *T. arnobia* e *B. tabidus* ao contrário de *B. tabidus*, que preferiu plantas infestadas somente com

T. arnobia, mostra que o primeiro predador possa estar utilizando compostos liberados por esse último predador ou pela presa atacada, porém, inimigos naturais evitam locais com presença de outros inimigos naturais (Sarmiento et al., 2007; Almohamad et al., 2010), para evitar a predação intraguilda (Ruzicka, 2006; Sarmiento et al., 2007). Além disso, isto indica que *B. tabidus* esteja melhor adaptado para responder a voláteis de uma planta importada injuriada por uma praga nativa, *T. arnobia*. A opção de *P. nigrispinus* não era esperada, pois predadores generalistas, em geral, têm um comportamento inverso pra evitar a predação intraguilda (Lucas & Rosenheim, 2011), que pode resultar na morte de um dos inimigos naturais (Polis et al., 1989). No entanto, isto está de acordo com o fato de *B. tabidus* ser observado no campo como o primeiro predador deste grupo a localizar áreas com surtos de *T. arnobia* e, mais tarde, ser seguido por *P. nigrispinus* (comunicação pessoal, Zanuncio 2007). Isto pode ser devido ao fato de Heteroptera, ao se alimentarem, poderem emitir feromônios de agregação para atrair coespecíficos para se alimentarem, os quais seriam utilizados por *P. nigrispinus* (Morishima et al., 2005; Yasuda et al., 2007). Este predador pode estar condicionado a associar esses voláteis à presença de presa (Alisson & Hare, 2009; Kaplan et al., 2012a).

A presença da presa determinam sua localização por percevejos predadores, mas isto pode, também, ser influenciado pela presença de outros predadores heteroespecíficos. O conhecimento de como agentes de controle biológico localizam suas presas e das interações entre espécies predadoras generalistas e suas presas pode melhorar as chances de sucesso do controle biológico.

A presença de várias espécies de inimigos naturais pode controlar, mais efetivamente, as pragas e a liberação inicial de *B. tabidus* em plantios florestais pode contribuir para a atração de *P. nigrispinus* e tornar o controle biológico mais eficiente.

5. AGRADECIMENTOS

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

6. REFERÊNCIAS

- Alisson, J.D. & Hare, J.D. 2009. Learned and naive natural enemy responses and the interpretation of volatile organic compounds as cues or signals. **New Phytologist**, 184(4): 768-782.
- Almohamad, R., Verheggen, F.J., Haubruge, E. 2009. Searching and oviposition behavior of aphidophagous hoverflies (Diptera: Syrphidae): a review. **Biotechnologie Agronomie Societe et Environnement**, 13(3): 467-481.
- Almohamad, R., Verheggen, F., Francis, F., Lognay, G., Haubruge, E. 2010. Assessment of oviposition site quality by aphidophagous hoverflies: reaction to conspecific larvae. **Animal Behaviour**, 79(3): 589-594.
- Awan, M.S., Wilson, L.T., Hoffmann, M.P. 1989. Prey location by *Oechalia schellebergii*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 51(3): 225-231.
- Azevedo, D.O., Zanuncio, J.C., Zanuncio-Junior, J.S., Martins, G.F., Silva, S.M., Sossai, M.F., Serrão, J.E. 2007. Biochemical and morphological aspects of salivary glands of the predator *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 50(3): 469-477.
- Borges, I., Soares, A.O., Hemptinne, J.L. 2006. Abundance and spatial distribution of aphids and scales select for different life histories in their ladybird beetle predators. **Journal of Applied Entomology**, 130(6-7): 356-359.
- Braasch, J. & Kaplan, I. 2012. Over what distance are plant volatiles bioactive? Estimating the spatial dimensions of attraction in an arthropod assemblage. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 145(2): 115-123.
- Braasch, J., Wimp, G.M., Kaplan, I. 2012. Testing for phytochemical synergism: arthropod community responses to induced plant volatile blends across crops. **Journal of Chemical Ecology**, 38(10): 1264-1275.
- Carvalho, L.M., Bueno, V.H.P., Castañé, C. 2011. Olfactory response towards its prey *Frankliniella occidentalis* of wild and laboratory-reared *Orius insidiosus* and *Orius laevigatus*. **Journal of Applied Entomology**, 135(3): 177-183.
- Coll, M. & Guershon, M. 2002. Omnivory in terrestrial arthropods: Mixing plant and prey diets. **Annual Review of Entomology**, 47: 267-297.
- Degenhardt, J., Hiltbold, I., Köllner, T.G., Frey, M., Gierl, A., Gershenson, J., Hibbard, B.E., Eilersieck, M.R., Turlings, T.C.J. 2009. Restoring a maize root signal that

attracts insect-killing nematodes to control a major pest. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 106(32): 13213-13218.

Dicke, M. & Baldwin, I.T. 2010. The evolutionary context for herbivore-induced plant volatiles: beyond the 'cry for help'. **Trends in Plant Science**, 15(3): 167-175.

Dukas, R. 2008. Evolutionary biology of insect learning. **Annual Review of Entomology**, 53: 145-160.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. 2003. Cultivo do Eucalipto – EMBRAPA Florestas - Sistemas de produção 4. Versão eletrônica. Acessado em 25/05/2013. <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivodoEucalipto/0101historico.htm>

Evangelista-Junior, W.S., Gondin Junior, M.G.C., Torres, J.B., Marques, E.J. 2004. Fitofagia de *Podisus nigrispinus* em algodoeiro e plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 39(5): 413-420.

Fatouros, N.E., Dicke, M., Mumm, R., Meiners, T., Hilker, M. 2008. Foraging behavior of egg parasitoids exploiting chemical information. **Behavioral Ecology**, 19(3): 677-689.

Ferry, A., Dugravot, S., Delattre, T., Christides, J.P., Auger, J., Bagnères, A.G., Poinot, D., Cortesero, A.M. 2007. Identification of a widespread monomolecular odor differentially attractive to several *Delia Radicum* ground-dwelling predators in the field. **Journal of Chemical Ecology**, 33(11): 2064-2077.

Finlay-Doney, M. & Walter, G.H. 2012. Behavioral responses to specific prey and host plant species by a generalist predatory coccinellid (*Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant). **Biological Control**, 63(3): 270-278.

Grosman, A.H., Van Breemen, M., Holtz, A., Pallini, A., Molina-Rugama, A., Harvey, P., Venzon, M., Zanuncio, J.C., Sabelis, M.W., Janssen, A. 2005. Searching behavior 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(2): 135-142.

Hare, J.D., Berenbaum, M.R., Carde, R.T., Robinson, G.E. 2011. Ecological role of volatiles produced by plants in response to damage by Herbivorous insects. **Annual Review of Entomology**, 56: 161-180.

Holtz, A.M., Almeida, G.D., Fadini, M.A.M., Zanuncio, J.C., Zanuncio-Junior, J.S., Andrade, G.S. 2011. Phytophagy on eucalyptus plants increases the development and reproduction of the predator *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae). **Acta Scientiarum. Agronomy**, 33(2): 231-235.

Ichiki, R.T. Kainoh, Y., Yamawaki, Y., Nakamura, S. 2011. The parasitoid fly *Exorista japonica* uses visual and olfactory cues to locate herbivore-infested plants. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 138(3): 175-183.

Kaplan, I. 2012a. Attracting carnivorous arthropods with plant volatiles: The future of biocontrol or playing with fire? **Biological Control**, 60(2): 77-89.

Kaplan, I. 2012b. Trophic complexity and the adaptive value of damage-induced plant volatiles. **PLoS Biology**, 10(11): e1001437.

Kos, M., Houshyani, B., Overeem, A.J., Bouwmeester, H. J., Weldegergis, B.T., Van Loon, J.J.A., Dicke, M., Vet, L.E.M. 2013. Genetic engineering of plant volatile terpenoids: effects on a herbivore, a predator and a parasitoid. **Pest Management Science**, 69(2): 302-311.

Lou, Y., Hua, X., Turlings, T.C.J., Cheng, J., Chen, X., Ye, G. 2006. Differences in induced volatile emissions among rice varieties result in differential attraction and parasitism of *Nilaparvata lugens* eggs by the parasitoid *Anagrus nilaparvatae* in the field. **Journal of Chemical Ecology**, 32(11): 2375-2387.

Lucas, E. & Rosenheim, J.A. 2011. Influence of extraguild prey density on intraguild predation by heteropteran predators: A review of the evidence and a case study. **Biological Control**, 59(1): 61-67.

Mallinger, R.E., Hogg, D.B., Gratton, C. 2011. Methyl salicylate attracts natural enemies and reduces populations of soybean Aphids (Hemiptera: Aphididae) in soybean agroecosystems, **Journal of Economic Entomology**, 104(1): 115-124.

Michaud, J.P., Schoenly, K.G., Moreau, G. 2012. Sampling flies or sampling flaws? Experimental design and inference strength in forensic entomology. **Journal of Medical Entomology**, 49(1): 1-10.

Morishima, M., Tabuchi, K., Ito, K., Mizutani, N., Moriya, S. 2005. Effect of feeding on the attractiveness of *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Heteroptera: Alydidae) males to conspecific individuals. **Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology**, 49(4): 262-265.

Pallini, A., Janssen, A., Sabelis, M.W. 1997. Odour-mediated responses of phytophagous mites to conspecific and heterospecific competitors. **Oecologia**. 110(2): 179-185.

Polis, G.A., Myers, C.A., Holt, R.D. 1989. The ecology and evolution of intraguild predation – potential competitors that eat each other. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 20: 297-330.

Radziuté, S. & Būda, V. 2012. Host feeding experience affects host plant odour preference of the polyphagous leafminer *Liriomyza bryoniae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 146(2): 286-292.

Ruzicka, Z. 2006. Oviposition-detering effects of conspecific and heterospecific larval tracks on *Cheilomenes sexmaculata* (Coleoptera: Conccinellidae). **European Journal of Entomology**, 103(4): 757-763.

SAS Institute. 1988. SAS/STAT user's guide, release 6.03 ed. SAS Institute, Cary, NC.

Sarmiento, R.A., Venzon, M., Pallini, A., Oliveira, E.E., Janssen, A. 2007. Use of odours by *Cycloneda sanguinea* to asses patch quality. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 124(3): 313-318.

Simpson, M., Gurr, G.M., Simmons, A.T., Wratten, S.D., James, D.G., Leeson, G., Nicol, H.I. 2011. Insect attraction to synthetic herbivore-induced plant volatile-treated field crops. **Agriculture and Forest Entomology**, 13(1): 45-57.

Straub, C.S. & Snyder, W.E. 2008. Increasing enemy biodiversity strengthens herbivore suppression on two plant species. **Ecology**, 89(6): 1605-1615.

Verheggen, F.J., Arnaud, L., Bartram, S., Gohy, M., Haubruge, E. 2008. Aphid and plant volatiles induce oviposition in a phidophagous hoverfly. **Journal of Chemical Ecology**, 34(3): 301-307.

Vuorinen, T., Nerg, A.M., Ibrahim, M.A., Reddy, C.V.P., Holopainen, J.K. 2004. Emission of *Plutella xylostella*-induced compounds from cabbages grown at elevated CO₂ and orientation behavior of the natural enemies. **Plant Physiology**, 135(4): 1984-1992.

Yasuda, T., Mizutani, N., Honda, Y., Endo, N., Yamaguchi, T., Moriya, S., Fukuda, T., Sasaki, R. 2007. Title: A supplemental component of aggregation attractant pheromone in the bean bug *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Heteroptera: Alydidae), related to food exploitation. **Applied Entomology and Zoology**, 42(1):161-166.

Yoon, C., Seo, D.K., Yang, J.O., Kang, S.H., Kim, G.H. 2010. Attraction of the predator, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae), to its prey, *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae), feeding on Chinese cabbage. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, 13(4): 255-260

Zanuncio, J.C., Zanuncio, T.V., Guedes, R.N.C., Ramalho, F.S. 2000. Effect of feeding on three Eucalyptus species on the development of *Brontocoris tabidus* (Het.: Pentatomidae) fed with *Tenebrio molitor* (Col.: Tenebrionidae). **Biocontrol Science and Technology**, 10(4): 443-450.

7. FIGURAS

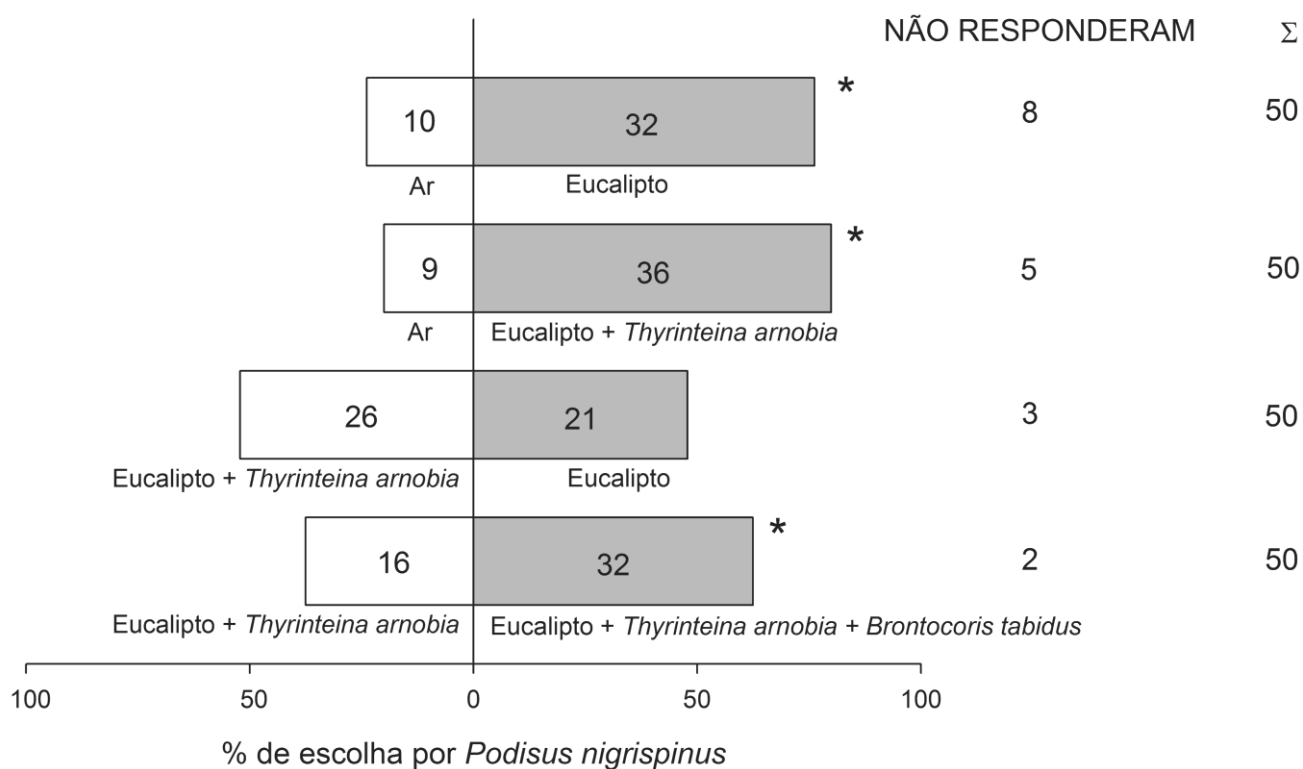


Figura 1. Percentagem de *Podisus nigrispinus* que responderam aos odores. Os números de insetos que responderam são indicados dentro de cada barra. As fontes de odores estão descritas abaixo de cada barra. O número de insetos que não responderam e o total de indivíduos testados é mostrado no lado direito. Os asteriscos indicam diferenças significativas (χ^2 , $P < 0,05$).

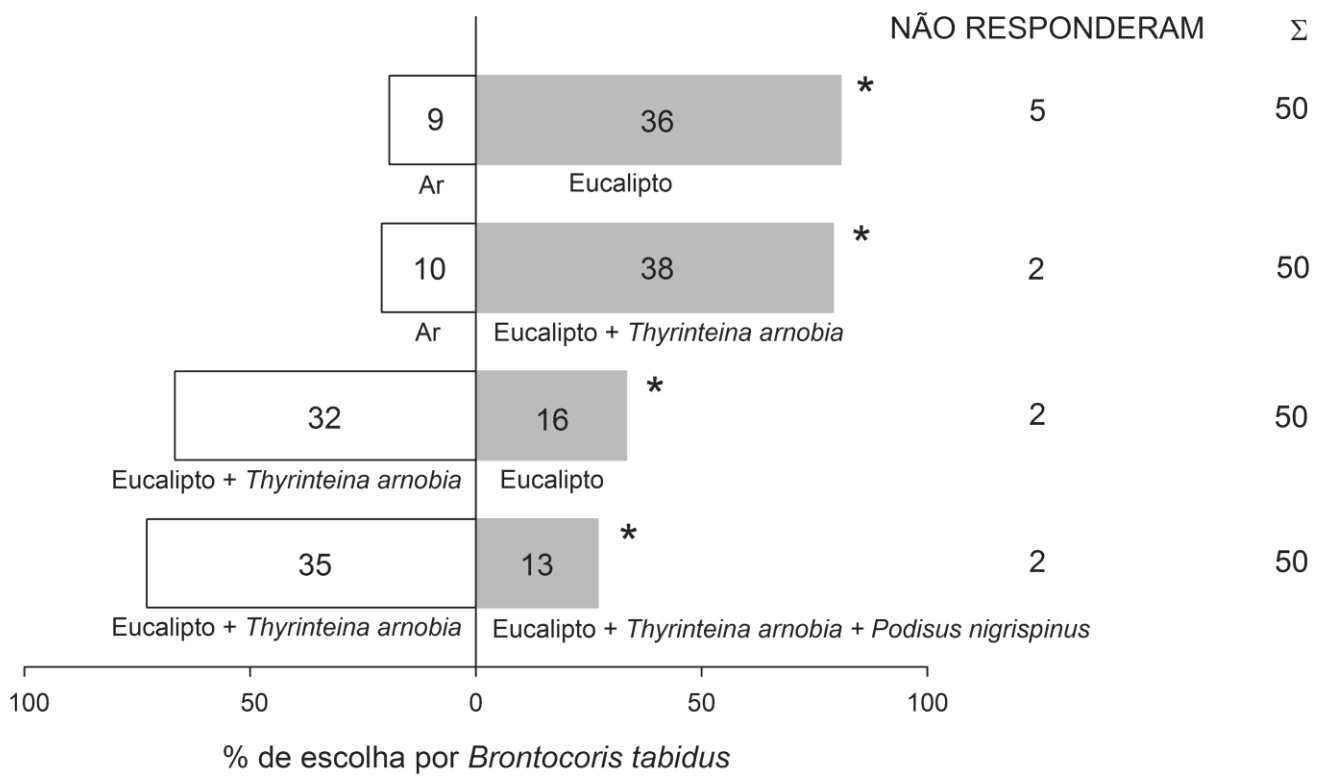


Figura 2. Percentagem de *Brontocoris tabidus* que responderam aos odores. Os números de insetos que responderam são indicados dentro de cada barra. As fontes de odores estão descritas abaixo de cada barra. O número de insetos que não responderam e o total de indivíduos testados é mostrado no lado direito. Os asteriscos indicam diferenças significativas (χ^2 , $P < 0,05$).

CAPÍTULO 2

DESENVOLVIMENTO NINFAL DOS PREDADORES GENERALISTAS, *Podisus nigrispinus* E *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) CRIADOS JUNTOS

RESUMO: O controle biológico aumentativo visa o controle de pragas com a liberação de inimigos naturais. A liberação conjunta de mais de uma espécie de inimigo natural pode reduzir a população de pragas de forma mais eficaz e seus imaturos podem ser mais eficientes que os adultos. Entretanto, a predação intraguilida pode ocorrer entre inimigos naturais generalistas como *Podisus nigrispinus* (Dallas) e *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae). O objetivo foi avaliar o desenvolvimento ninfal desses predadores criados juntos ou separados. A duração dos três primeiros estádios de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* foi semelhante entre tratamentos, criados sozinhos ou juntos, mas os do quarto e quinto e a duração da fase ninfal foram maiores para os predadores juntos. O peso de *P. nigrispinus* e *B. tabidus*, em todos os estádios e na fase adulta, foi maior quando criados sozinhos. A mortalidade de *P. nigrispinus* foi mais baixa que a de *B. tabidus*, sozinho ou com esse predador, com maiores e menores valores nos segundo e terceiro estádios, respectivamente, 6% e 2%. *Brontocoris tabidus* apresentou maior mortalidade, em todos os estádios, que *P. nigrispinus*, criado com esse predador, 14 e 15% nos primeiro e terceiro estádios e 21% no segundo. A interação entre ninfas de *B. tabidus* e *P. nigrispinus* aumentou o período ninfal e diminuiu o peso das ninfas, mas esses predadores atingiram a fase adulta. Essas espécies devem ser liberadas a partir do terceiro estádio quando deixam o hábito gregário e apresentam menor mortalidade.

Palavras-chave: Asopinae, predação intraguilida, competição, percevejos

1. INTRODUÇÃO

Seres vivos habitando o mesmo local podem desenvolver relações ecológicas intraespecífica, entre indivíduos de mesma espécie, ou interespecíficas, entre espécies diferentes (Magdaraog et al., 2012; Bayoumy et al., 2012). Essas interações podem trazer benefícios ou prejuízos à sobrevivência e reprodução (Björkman et al., 2011). Relações ecológicas, envolvendo artrópodes, incluem a polinização de plantas e o controle biológico (Samnegard et al., 2011; Peterson et al., 2011). No entanto, controle biológico de pragas pode apresentar interações desarmônicas, como predação e parasitismo, onde apenas um dos participantes é beneficiado (Santos et al., 2009; Pereira et al., 2010).

O controle biológico aumentativo visa controlar pragas agrícolas pela liberação de uma ou várias espécies de inimigos naturais (Chow et al., 2010; Pires et al., 2011). A utilização de várias espécies de inimigos naturais pode reduzir populações de pragas mais eficazmente (Sorribas & Garcia-Marí, 2010) e imaturos podem ser mais eficientes que adultos (Torres et al., 2002). Entretanto, interações negativas, como a predação intraguilda, podem reduzir a eficiência de inimigos naturais (Dib et al., 2010).

A predação intraguilda ocorre quando dois predadores competem pela mesma presa e um deles se alimenta de seu concorrente (Polis et al., 1989), podendo ser alta para espécies generalistas (Lucas & Rosenheim, 2011), como os percevejos *Podisus nigrispinus* (Dallas) e *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) (Zanuncio et al., 1994). No entanto, espécies generalistas, podem ser mais eficazes no controle biológico, predando diferentes pragas (Crowder & Snyder, 2010).

Estratégias de controle biológico com predadores generalistas podem trazer maiores benefícios, se não apresentarem interações negativas (Koss & Snyder, 2005; Björkman et al., 2011). O objetivo foi avaliar o desenvolvimento de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* criados juntos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Competição entre ninfas dos predadores *Podisus nigrispinus* e *Brontocoris tabidus*

O experimento foi realizado no Laboratório de Controle Biológico (LACBI) do Instituto de Biotecnologia Aplicada a Agropecuária (BIOAGRO) da Universidade Federal de Viçosa (UFV) em Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Pupas do hospedeiro alternativo *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae) foram utilizadas, devido a sua facilidade de criação, baixo custo e pelo fato de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* aparentarem desenvolvimento adequado com essa presa (Zanuncio et al., 2001).

Ninfas de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* foram obtidas da criação massal do LACBI do BIOAGRO onde são criadas a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 5\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas e colocadas em sacos de tecido tipo organza (30 x 20 cm) em galhos de plantas de *Eucalyptus cloeziana* no campo, recebendo “ad libitum” *T. molitor* e água. Ovos dessa criação foram coletados e observados até a eclosão das ninfas que foram usadas no experimento.

O experimento consistiu de três tratamentos com as ninfas dos predadores criadas até a fase adulta em galhos de plantas de *E. cloeziana* no campo recebendo “ad libitum” *T. molitor* e água até a fase adulta: tratamento T1- duzentas ninfas de *P. nigrispinus* em 20 sacos de tecido do tipo organza (30 x 20 cm) com dez ninfas cada um (cada saco uma repetição); T2- duzentas ninfas de *B. tabidus* em 20 sacos de tecido tipo organza (30 x 20 cm) com dez ninfas cada um (cada saco uma repetição); T3- cem ninfas de *P. nigrispinus* e cem de *B. tabidus* em 20 sacos de tecido tipo organza (30 x 20 cm) com cinco ninfas de cada espécie por saco (cada saco uma repetição).

A duração e a sobrevivência até a fase adulta dessas ninfas foram observadas. Além disso, essas ninfas foram pesadas em balança com precisão de 0,1 mg, após cada mudança de estágio.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste “t” a 5% de probabilidade com o Sistema de Análises Estatísticas (SAEG 9.0).

3. RESULTADOS

A duração dos primeiros estádios de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* foi semelhante entre tratamentos, quando sozinhos ou juntos. No entanto, a duração do quarto e quinto estádios e a da fase ninfal foram maiores para predadores criados juntos (Tabela 1 e 2).

O peso dos insetos, em todos os estádios e na fase adulta, foram maiores quando criados sozinhos (Tabelas 1 e 2).

A mortalidade de *P. nigrispinus* foi baixa em todos os estádios, sozinho ou com *B. tabidus*, com maior e menor valor nos segundo e quarto estádios, 6 e 2%, respectivamente (Figura 1). A mortalidade de *B. tabidus* foi maior em todos os estádios junto com *P. nigrispinus*, 14 e 15% nos primeiro e terceiro estádios e 21% no segundo (Figura 1).

4. DISCUSSÃO

A duração semelhante dos três primeiros estádios de *P. nigrispinus* e *B. tabidus*, sozinhos ou juntos, concorda com valores desses parâmetros para esses predadores com diferentes temperaturas e dietas (Torres et al., 1998; Zanuncio et al., 2000; Vivan et al., 2003; Freitas et al., 2006). O agrupamento de ninfas nos três primeiros estádios de *P. nigrispinus* e *B. tabidus*, criados sozinhos ou juntos, se alimentando, muitas vezes, da mesma pupa, é comum para esses insetos. A agregação, fenômeno típico de espécies sociais, pode ocorrer em espécies não sociais e com benefícios aos indivíduos, como aumento da taxa e eficiência na utilização do alimento (Kawasaki et al., 2009; Weed, 2010) e aumento da termoregulação (Wertheim et al., 2005) que podem reduzir o tempo de desenvolvimento de insetos (Ronnas et al., 2010).

A duração mais longa dos quarto e quinto estádio para predadores criados juntos ocorre quando ninfas deixam de ficarem agrupadas, devido ao fato da agregação e a presença de outro inimigo natural poderem induzir a competição por alimento e aumentar as chances de predação (Reader et al., 2006; Weed, 2010; Hambäck, 2010; Archex & Corley, 2010). Em situações adversas, os insetos alocam recursos para a sobrevivência em detrimento das outras necessidades, aumentando o ciclo (Vivan et al., 2003) e a concorrência ou escassez de alimento durante as fases jovens aumenta o tempo de desenvolvimento dos mesmos (Agnew et al., 2002;

Blanckenhorn, 2006). A maior duração da fase ninfal pode ser indesejável no campo, por reduzir o número de gerações por ano, o crescimento populacional e reduzir a eficiência de controle do predador (Vivan et al., 2003).

O menor peso de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* criados juntos mostra que, mesmo com os benéficos da agregação juvenil, este comportamento pode induzir a competição entre espécies (Fordyce, 2003; Reader & Hachuli, 2003). Isto deve ser evitado, pois indivíduos mais pesados possuem maior capacidade reprodutiva e maior taxa de sobrevivência (Phoofolo et al., 2009) como mostrado para esses predadores (Oliveira et al., 2005; Freitas et al., 2006). Essas vantagens estão relacionadas com a quantidade e qualidade do alimento ingerido (Lemos et al., 2003) e a competição pode reduzir o peso e o tamanho dos insetos (Blanckenhorn, 2006). O menor peso de predadores criados juntos pode indicar que se alimentem por períodos mais curtos para evitarem a predação. A maior mortalidade nos três primeiros estádios, de predadores criados juntos, e o menor valor para *P. nigrispinus*, mostra ser este primeiro um predador intraguilda e *B. tabidus* uma presa intraguilda. A predação intraguilda pode suprir a falta ou a qualidade do alimento para o desenvolvimento (Matsumura et al., 2004; Raubenheimer et al., 2007). O desenvolvimento adequado de *P. nigrispinus* com pupas de *T. molitor* (Zanuncio et al., 2001) mostra que este predador é mais agressivo e mais territorialista que *B. tabidus*, pois a interação com outros predadores influencia a resposta comportamental (Lester & Harmsen, 2002) e o tamanho do corpo, agressividade, mobilidade e voracidade determinam o resultado da interação (Putra & Yasuda, 2006; Putra et al., 2009). A predação intraguilda tende a ser assimétrica, com espécies maiores sendo predadores intraguilda e as menores presa intraguilda (Polis et al., 1989). *Brontocoris tabidus* deveria ser o predador intraguilda por ter mais que o dobro do peso de *P. nigrispinus* (Oliveira et al., 2005; Zanuncio et al., 2006; Freitas et al., 2006), porém espécies maiores podem ser consumidas pelas menores (Polis et al., 1989).

A interação aumentou o período ninfal e diminuiu o peso de ninfas e de adultos de *B. tabidus* e *P. nigrispinus* criados juntos, mas ambos completaram o ciclo. Esses predadores devem ser liberados a partir do terceiro estádio quando deixam o hábito gregário. No campo, essas ninfas irão se dispersar em um ambiente

complexo com mais recursos e refúgios, diminuindo as possibilidades de morte e melhorando as chances de atingirem a fase adulta.

5. AGRADECIMENTOS

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

6. REFERÊNCIAS

- Agnew, P., Hide, M., Sidobre, C., Michalakis, Y. 2002. A minimalist approach to the effects of density-dependent competition on insect life-history traits. **Ecological Entomology**, 27(4): 396-402.
- Archex, V.F. & Corley, J.C. 2010. The effects of patch richness on con-specific interference in the parasitoid *Ibalia leucospoides* (Hymenoptera: Ibalidae). **Insect Science**, 17(4): 379-385.
- Bayoumy, M.H. & Michaud, J.P. 2012. Parasitism interacts with mutual interference to limit foraging efficiency in larvae of *Nephus includes* (Coleoptera: Coccinellidae). **Biological Control**, 62(2): 120-126.
- Björkman, C., Johansson, H., Snäll. 2011. Spatial distribution of interacting insect predators: Possibles roles of intraguild predation and the surrounding habitat. **Basic and Applied Ecology**, 12(6): 516-522.
- Blanckenhorn, W.U. 2006. Divergent juvenile growth and development mediated by food limitation and foraging in the water strider *Aquarius remigis* (Heteroptera: Gerridae). **Journal of Zoology**, 268(1): 17-23.
- Bonte, J., Vangansbeke, D., Maes, S., Bonte, M., Conlong, D., De Clerq, P. 2012. Moisture source and diet affect development and reproduction of *Orius thripoborus* and *Orius naivashae*, two predatory anthocorids from southern Africa. **Journal of Insect Science**, 12(1): 1-16.
- Chow, A., Chau, A., Heinz, K.M. 2010. Compatibility of *Amblyseius (Typhlodromips) swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) and *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) for biological control of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on roses. **Biological Control**, 53(2): 188-196.
- Crowder, D.W. & Snyder, W.E. 2010. Eating their way to the top? Mechanisms underlying the success of invasive insect generalist predators. **Biological Invasions**, 12(9): 2857-2876.
- Dib, H., Simon, S., Sauphanor, B., Capowiez, Y. 2010. The role of natural enemies on the population dynamics of the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* Passerini (Hemiptera: Aphididae) in organic apple orchards in south-eastern France. **Biological Control**, 55(2): 97-109.
- Fordyce, J.A. 2003. Aggregative feeding of pipevine swallowtail larvae enhances host plant suitability. **Oecologia**, 135(2): 250-257.

Freitas, S.P.C., Evangelista-Junior, 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(3): 449-455.

Hambäck, P.A. 2010. Density-dependent processes in leaf beetles feeding on purple loosestrife: aggregative behaviour affecting individual growth rates. **Bulletin of Entomological Research**, 100(5): 605-611.

Kawasaki, N., Miyashita, T., Kato, Y. 2009. Leaf toughness changes the effectiveness of larval aggregation in the butterfly *Byasa alcinous bradanus* (Lepidoptera: Papilionidae). **Entomological Science**, 12(2): 135-140.

Koss, A.M. & Snyder, W.E. 2005. Alternative prey disrupt biocontrol by a guild of generalist predators. **Biological Control**, 32(2): 243-251.

Lemos, W.P., Ramalho, F.S., Serrão, J.E., Zanuncio, J.C. 2003. Effects of diet on development of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae), a predator of the cotton leafworm. **Journal of Applied Entomology**, 127(7): 389-395.

Lester, P.J. & Harmsen, R. 2002. Functional and numerical responses do not always indicate the most effective predator for biological control: an analysis of two predators in a two-prey system. **Journal of Applied Ecology**, 39(3): 455-468.

Lucas, E. & Rosenheim, J.A. 2011. Influence of extraguild prey density on intraguild predation by Heteropteran predators: A review of the evidence and a case study. **Biological Control**, 59(1): 61-67.

Magdaraog, P.M., Harvey, J., Tanaka, T., Gols, R. 2012. Intrinsic competition among solitary and gregarious endoparasitoid wasps and the phenomenon of 'resource sharing'. **Ecological Entomology**, 37(1): 65-74.

Malaquias, J.B., Ramalho, F.D., Souza, J.V.S., Rodrigues, K.C.V. Wanderley, P.A. 2010. The influence of fennel feeding on development, survival, and reproduction in *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, 34(3): 235-244.

Matsumura, M., Trafelet-Smith, G.M., Gratton, C., Finke, D.L., Fagan, W.F., Denno, R.F. 2004. Does intraguild predation enhance predator performance? A stoichiometric perspective. **Ecology**, 85(9): 2601-2615.

Oliveira, I., Zanuncio, J.C., Serrão, J.E., Zanuncio, T.V., Pinon, T.B.M., Fialho, M.C.Q. 2005. Effect of female weight on reproductive potential of the predator

Brontocoris tabidus (Signoret, 1852) (Heteroptera: Pentatomidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 48(2): 295-301.

Pereira, F.F., Zanuncio, J.C., Pastori, P.L., Pedrosa, A.R.P., Oliveira, H.N. 2010. Parasitismo de *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae) em hospedeiro alternativo sobre plantas de eucalipto em semi-campo. **Revista Ciência Agronômica**, 41(4): 715-720.

Peterson, R.K.D., Buteler, M., Weaver, D.K., Macedo, T.B., Sun, Z.T., Perez, O.G., Pallipparambil, G.R. 2011. Parasitism and the demography of wheat stem sawfly larvae, *Cephus cinctus*. **Biocontrol**, 56(6): 831-839.

Phoofolo, M.W., Elliott, N.C., Giles, K.L. 2009. Analysis of growth and development in the final instar of three species of predatory Coccinellidae under varying prey availability. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 131(3): 264-277.

Pires, E.M., Zanuncio, J.C., Serrão, J.E. 2011. Cannibalism of *Brontocoris tabidus* and *Podisus nigrispinus* during periods of pre-release without food or fed with *Eucalyptus cloeziana* plants. **Phytoparasitica**, 39(1): 27-34.

Polis, G.A., Myers, C.A., Holt, R.D. 1989. The ecology and evolution of intraguild predation – potential competitors that eat each other. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 20: 297-330.

Putra, N.S. & Yasuda, H. 2006. Effects of prey species and its density on larval performance of two species of hoverfly larvae, *Episyrphus balteatus* de Geer and *Eupeodes corollae* Fabricius (Diptera: Syrphidae). **Applied Entomology and Zoology**, 41(3): 389-397.

Putra, N.S., Yasuda, H., Sato, S. 2009. Oviposition preference of two hoverfly species in response to risk of intraguild predation. **Applied Entomology and Zoology**, 44(1): 29-36.

Raubenheimer, D., Mayntz, D., Simpson, S.J., Tøft, S. 2007. Nutrient-specific compensation following diapauses in a predator: Implications for intraguild predation. **Ecology**, 88(10): 2598-2608.

Reader, T. & Hochuli, D.F. 2003. Understanding gregariousness in a larval Lepidopteran: the roles of host plant, predation, and microclimate. **Ecological Entomology**, 28(6): 729-737.

Reader, T., Cornell, S.J., Rohani, P. 2006. Aggregation, intraguild interactions and the coexistence of competitors on small ephemeral patches. **Oikos**, 115(2): 321-333.

- Ronnas, C., Larsson, S., Pitacco, A., Battisti, A. 2010. Effects of colony size on larval performance in a processionary moth. **Ecological Entomology**, 35(4): 436-445.
- Samnegard, U., Persson, A.S., Smith, H.G. 2011. Gardens benefit bees and enhance pollination in intensively managed farmland. **Biological Conservation**, 144(11): 2602-2606.
- Santos, G.P., Zanuncio, J.C., Pires, E.M., Prezoto, F., Pereira, J.M.M., Serrão., J.E. 2009. Foraging of *Parachartergus freternus* (Hymenoptera: Vespidae: Epiponini) on cloudy and sunny days. **Sociobiology**, 53(2B) 431-441.
- Sorribas, J. & Garcia-Marí, F. 2010. Comparative efficacy of different combinations of natural enemies for the biological control of California red scale in citrus groves. **Biological Control**, 55(1): 42-48.
- Torres, J.B., Zanuncio, J.C., Oliveira, H.N. 1998. Nymphal development and adult reproduction of the stinkbug predator *Podisus nigrispinus* (Het., Pentatomidae) under fluctuating temperatures. **Journal of Applied Entomology**, 122(9-10): 509-514.
- Torres, J.B. Evangelista Jr, W.S., Barras, R., Guedes, R.N.C. 2002. Dispersal of *Podisus nigrispinus* (Het., Pentatomidae) nymphs preying on tomato leaf miner: effect of predator release time, density and satiation level. **Journal of Applied Entomology**, 126(6): 326-332.
- Vivan, L.M., Torres, J.B., Veiga, A.F.S.L. 2003. Development and reproduction of a predatory stinkbug, *Podisus nigrispinus* in relation to two different prey types and environmental conditions. **BioControl**, 48(2): 155-168.
- Weed, A.S. 2010. Benefits of larval group feeding by *Chrysolina aurichalcea asclepiadis* on *Vincetoxicum*: improved host location or feeding facilitation? **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 137(3): 220-228.
- Wertheim, B., van Baalen, E.J.A., Dicke, M., Vet, L.E.M. 2005. Pheromone-mediated aggregation in nonsocial arthropods: An evolutionary ecology perspective. **Annual Review of Entomology**, 50: 321-346.
- Zanuncio, J.C., Alves, J.B., Zanuncio, T.V., Garcia, J.F. 1994. Hemipterous predators of eucalypt defoliator caterpillars. **Forest Ecology and Management**, 65(1): 65-73.
- Zanuncio, J.C., Zanuncio, T.V., Guedes, R.N.C., Ramalho, F.S. 2000. Effect of feeding on three *Eucalyptus* species on the development of *Brontocoris tabidus* (Het.: Pentatomidae) fed with *Tenebrio molitor* (Col.: Tenebrionidae). **Biocontrol Science and Technology**, 10(4): 443-450.

Zanuncio, J.C., Molina-Rugana, A.J., Serrão, J.E., Pratisoli, 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(3): 331-337.

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(2): 401-407.

7. TABELAS

Tabela 1 – Duração e peso dos estádios (média ± erro padrão) de *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae), criado sozinho ou com *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae), em mudas de *Eucalyptus cloeziana*, no campo

Instar	Duração (dias)			
	<i>Podisus nigrispinus</i> sozinho	Coefficiente de variação (%)	<i>Podisus nigrispinus</i> com <i>Brontocoris</i> <i>tabidus</i>	Coefficiente de variação (%)
1 ^o	4,66 ± 0,77 a	15,83	4,81 ± 0,96 a	17,77
2 ^o	4,04 ± 0,47 a	17,23	4,10 ± 1,29 a	19,37
3 ^o	4,30 ± 0,88 a	18,82	4,52 ± 1,14 a	20,41
4 ^o	4,06 ± 0,94 b	12,90	4,41 ± 1,39 a	19,78
5 ^o	5,82 ± 1,08 b	18,82	7,37 ± 1,02 a	33,30
Adulto	22,88 ± 0,45 b	8,85	26,73 ± 0,94 a	12,24
Peso (mg)				
1 ^o	-	-	-	-
2 ^o	-	-	-	-
3 ^o	4,30 ± 0,04 a	11,50	3,92 ± 0,08 a	10,63
4 ^o	11,60 ± 0,58 a	10,08	10,47 ± 0,68 b	17,65
5 ^o	25,20 ± 0,55 a	16,02	24,10 ± 0,38 b	23,13
Adulto	67,07 ± 0,71 a	15,83	60,48 ± 5,50 b	32,78

Médias seguidas de mesma letra, por linha, não diferem pelo teste 't', a 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Duração e peso dos estádios (média ± erro padrão) de *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae), criado sozinho ou com *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae), em mudas de *Eucalyptus cloeziana*, no campo

Instar	Duração (dias)			
	<i>Brontocoris tabidus</i> criado sozinho	Coefficiente de variação (%)	<i>Brontocoris tabidus</i> criado com <i>Podisus nigrispinus</i>	Coefficiente de variação (%)
1 ^o	4,98 ± 0,06 a	15,70	4,93 ± 0,10 a	17,08
2 ^o	5,88 ± 0,09 a	19,53	5,98 ± 0,15 a	18,81
3 ^o	5,68 ± 0,71 a	21,83	5,95 ± 0,92 a	23,57
4 ^o	5,28 ± 0,90 b	21,03	5,91 ± 1,20 a	26,68
5 ^o	9,44 ± 0,09 b	12,91	10,06 ± 0,71 a	20,17
Adulto	30,66 ± 0,14 b	6,00	33,61 ± 0,57 a	12,31
Peso (mg)				
1 ^o	–	–	–	–
2 ^o	–	–	–	–
3 ^o	4,87 ± 0,18 a	16,04	4,37 ± 0,10 b	22,91
4 ^o	35,93 ± 0,40 a	13,73	31,97 ± 1,05 b	19,31
5 ^o	83,07 ± 0,60 a	10,23	77,82 ± 0,90 b	17,12
Adulto	113,90 ± 1,47 a	14,47	107,50 ± 2,28 b	19,38

Médias seguidas de mesma letra, por linha, não diferem pelo teste 't', a 5% de probabilidade.

8. FIGURA

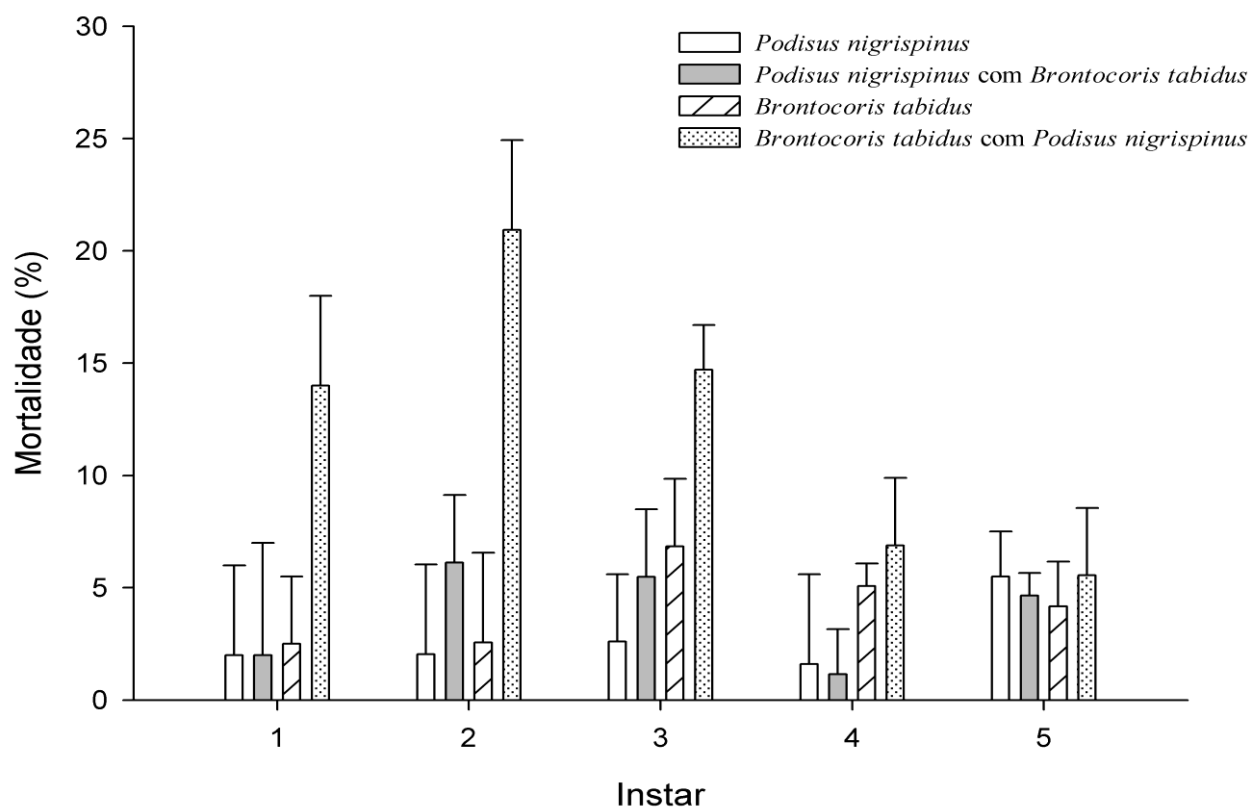


Figura 1 – Mortalidade por estágio (percentagem + erro padrão) de *Podisus nigrispinus* e *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae), criados sozinhos ou juntos em mudas de *Eucalyptus cloeziana* no campo.

CAPÍTULO 3

INTERAÇÃO ENTRE *Podisus nigrispinus* E *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) PODE AFETAR A BIOLOGIA REPRODUTIVA DESSES PREDADORES DE PRAGAS AGROFLORESTAIS?

RESUMO: A liberação de duas ou mais espécies de inimigos naturais pode ser mais eficaz para reduzir populações de pragas que a de uma única espécie. *Podisus nigrispinus* (Dallas) e *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Hemiptera: Pentatomidae) são predadores importantes de pragas, mas esses inimigos naturais podem interagir negativamente, o que diminuiria a eficiência do controle biológico. O objetivo foi estudar o efeito do aumento da densidade de *B. tabidus* na reprodução de *P. nigrispinus* e vice-versa. O número de ovos, de ovos por postura, de ninfas e a longevidade de *P. nigrispinus* diminuíram com o aumento da densidade de fêmeas de *B. tabidus*. A viabilidade dos ovos foi maior que 75% com uma, duas, três e quatro fêmeas de *B. tabidus* e cinco fêmeas daquele predador reduziu a viabilidade de ovos de *P. nigrispinus* abaixo de 70%. O número de posturas de *P. nigrispinus* aumentou com a densidade de *B. tabidus* e, mesmo em baixas densidades, esse predador reduziu as características reprodutivas de *B. tabidus*. Esses predadores podem ser liberados para o controle biológico de pragas na proporção de 1:1 ou 2:1 para reduzir o impacto nos parâmetros reprodutivos desses inimigos naturais, especialmente, *B. tabidus*. Alternativamente, esse predador pode ser liberado antes de *P. nigrispinus*.

Palavras-chave: Asopinae, biologia reprodutiva, controle biológico, Predação intraguildd,

1. INTRODUÇÃO

Programas de controle biológico com duas ou mais espécies de inimigos naturais tem aumentado (Chow et al., 2008; Cakmak et al., 2009). A maior diversidade de inimigos naturais pode ser mais eficaz para reduzir populações de insetos daninhos que a de uma única espécie (Letourneau et al., 2009). *Podisus nigrispinus* (Dallas) e *Brontocoris tabidus* (Hemiptera: Pentatomidae), predadores importantes de pragas agroflorestais, apresentam características adequadas para o controle biológico (Pereira et al., 2008; Zanuncio et al., 2008). Estes percevejos são generalistas e alimentam-se, principalmente, de larvas de Lepidoptera e Coleoptera (Lemos, 2001; Oliveira et al., 2011). Pentatomidae predadores tem sido utilizados no controle biológico (Zanuncio et al., 2000b; De Clercq et al., 2002, De Bortoli et al., 2011) reduzindo o uso de inseticidas.

A liberação de mais de uma espécie de inimigo natural pode causar interferência mútua (Janssen et al., 2007; Dib et al., 2010), como predação intraguildd (Prasad & Snyder, 2004), especialmente quando competem pelo mesmo recurso e um deles se alimenta do outro (Polis et al., 1989). Esta interação é mais provável entre predadores generalistas (Polis et al., 1989; Arim & Marquet, 2004) e afeta, principalmente, fêmeas, com redução da oviposição em presença de outro inimigo natural, as quais voltariam a ovipositar quando as condições fossem favoráveis (Abad-Moyano et al., 2010; Walzer & Schausberger, 2011).

Estratégias de controle biológico com predadores generalistas podem ser mais eficazes, mas é preciso selecionar aqueles que não interagem negativamente (Koss & Snyder, 2005; Björkman et al., 2011). A eficiência de predadores depende de estratégias de reprodução, total de ovos e sobrevivência da prole (Zanuncio et al., 2002; Soares et al., 2011).

O objetivo foi estudar a reprodução de *P. nigrispinus* com aumento da densidade de *B. tabidus* e vice-versa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Controle Biológico (LACBI) do Instituto de Biotecnologia Aplicada a Agropecuária (BIOAGRO) da Universidade Federal de Viçosa (UFV) em Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

Pupas da presa alternativa *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae) foram utilizadas devido à facilidade de criação e baixo custo e pelo fato de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* aparentarem desenvolvimento adequado com essa presa (Zanuncio et al. 2001).

Cerca de quinhentas Ninfas de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* foram obtidas da criação massal do LACBI do BIOAGRO, onde são criadas a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $70 \pm 5\%$ de umidade relativa e fotofase de 12 horas e colocadas em sacos de tecido tipo organza (30 x 20 cm) envolvendo galhos de plantas de *Eucalyptus cloeziana* no campo e recebendo “ad libitum” pupas de *T. molitor* e água. Adultos de *B. tabidus* e *P. nigrispinus* dessa criação com menos de 24 horas de emergência, foram sexados e acasalados aos quatro dias de idade.

2.1 Experimento – Biologia reprodutiva de *Podisus nigrispinus* com diferentes densidades de *Brontocoris tabidus* e vice-versa

Os tratamentos foram: T0- um casal de *P. nigrispinus*; um casal de *B. tabidus* T1- um casal de *P. nigrispinus* com uma fêmea de *B. tabidus* e vice-versa; T2- um casal de *P. nigrispinus* com duas fêmeas de *B. tabidus* e vice-versa; T3- um casal de *P. nigrispinus* com três fêmeas de *B. tabidus* e vice-versa; o T4- um casal de *P. nigrispinus* com quatro fêmeas de *B. tabidus* e vice-versa; T5- um casal de *P. nigrispinus* com cinco fêmeas de *B. tabidus* e vice-versa. Cada parcela constou dos predadores acondicionados em sacos de tecido tipo organza (30 x 20 cm) envolvendo galhos de plantas de *E. cloeziana* no campo recebendo “ad libitum” pupas de *T. molitor* e água diariamente até a morte.

As posturas de *B. tabidus* e *P. nigrispinus* foram coletadas, diariamente, acondicionadas em placas de Petri (9 x 1,2 cm) com um chumaço de algodão embebido em água destilada e as ninfas contadas 24 horas após a eclosão. Machos mortos foram substituídos por outros de mesma idade até a morte das fêmeas. Os números de ovos, ninfas, ovos por postura, ninfas por postura, posturas, viabilidade

dos ovos e longevidade das fêmeas foram comparados com análise de regressão com o programa de computador SigmaPlot® 10,0 ($p \leq 0,05$) com 20 repetições e o modelo polinomial linear foi ajustado para os números de ovos, de ovos por postura, de ninfas, viabilidade, longevidade e número de posturas, este último somente para *B. tabidus*. O modelo polinomial cúbico foi ajustado para o número de posturas para *P. nigrispinus*.

3. RESULTADOS

O número de ovos por fêmea de *P. nigrispinus* foi semelhante com, até, três adultos de *B. tabidus* e diminuiu com o aumento da densidade desse predador. O número de ovos de *B. tabidus* diminuiu com o aumento da densidade de *P. nigrispinus* (Figura 1A). O número de ninfas de *P. nigrispinus* com um e dois adultos de *B. tabidus* ficou acima de 100, mas diminuiu a partir de três adultos desse predador. O número de ninfas de *B. tabidus* apresentou queda crescente a partir de uma fêmea de *P. nigrispinus* (Figura 1D).

O número de posturas de *P. nigrispinus* aumentou com a densidade de adultos de *B. tabidus* e este predador apresentou número semelhante com um ou dois adultos daquele predador e queda com mais de três adultos do mesmo (Figura 1B). O número de ovos por postura de *P. nigrispinus* diminuiu com o aumento de densidade de adultos de *B. tabidus* e vice e versa (Figura 1C).

A viabilidade dos ovos de *B. tabidus* foi alta com um adulto de *P. nigrispinus* por casal desse predador e decresceu com o aumento da densidade desse inimigo natural. Ovos de *P. nigrispinus* apresentaram menor viabilidade a partir de quatro adultos de *B. tabidus* (Figura 1E). A longevidade de adultos de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* decresceu com o aumento da densidade do heteroespecífico (Figura 1F).

4. DISCUSSÃO

A interação de *B. tabidus* e *P. nigrispinus* mostrou redução nas variáveis reprodutivas desses predadores. O aumento da densidade de *B. tabidus* reduziu o número de ovos e de ninfas de *P. nigrispinus* mesmo sendo este predador mais fértil em condições adequadas (Oliveira et al., 2011; De Bortoli et al., 2011). Além disso, o

menor número de ovos e ninfas de *B. tabidus* com o aumento da densidade de adultos de *P. nigrispinus* mostra que a presença de outro predador afeta sua oviposição (Kenis et al., 2009; Crowder & Snyder, 2010). Mudanças na densidade populacional na cadeia trófica podem afetar direta ou indiretamente as espécies envolvidas (Lucas & Rosenheim, 2011), devido à redução da secreção de hormônios que regulam o desenvolvimento de ovos em Heteroptera predadores (Lundgren, 2011), o que pode impedir a ovogênese (Van Lenteren, 1999) e afetar a oviposição (Lundgren, 2011). *Brontocoris tabidus* foi mais sensível ao aumento da densidade de *P. nigrispinus*, indicando que tenha preferência por ambientes sem outros predadores e concorda com o fato de fêmeas de inimigos naturais poderem reduzir ou evitar a oviposição em presença de outras espécies desse grupo (Walzer et al., 2006; Putra et al., 2009). O comportamento de *B. tabidus* de localizar primeiro surtos de lagartas desfolhadoras (José Cola Zanuncio, comunicação pessoal) pode favorecer sua reprodução em períodos sem a presença de *P. nigrispinus*.

A diminuição do número de ovos por postura e o aumento do número de posturas de *P. nigrispinus* com o aumento da densidade de *B. tabidus* mostra ser uma estratégia de oviposição para reduzir efeitos adversos do ambiente (Medeiros et al., 2003; Holtz et al., 2009). Isso permite a *P. nigrispinus* alternativas para interações intra e interespecíficas (Almohamad et al., 2008), as quais são as maiores fontes de mortalidade de ovos de insetos predadores (Torres et al., 1996; Zanuncio et al., 2000a; Björkman et al., 2011). Massas de ovos de Coccinelidae agrupadas são predadas por predadores intraguildas ou sofrem canibalismo (Gagné et al., 2002; Cottrell, 2005). A redução no número de posturas e de ovos por postura de *B. tabidus* mostra que insetos podem não ovipositar em locais com sinais diretos ou indiretos de possíveis predadores (Walzer & Schausberger, 2011). Predadores deixam pistas químicas para evitar a oviposição de coespecíficos e heteroespecíficos (Ruzicka & Zemek, 2008; Moser et al., 2010).

A redução da viabilidade de ovos e da longevidade de adultos de *B. tabidus* indica maior agressividade de *P. nigrispinus*. O maior impacto na viabilidade de ovos e na longevidade de *B. tabidus* com cinco e quatro adultos de *P. nigrispinus*, respectivamente, indica que *B. tabidus* é a presa intraguilda e *P. nigrispinus* o predador intraguilda. O tamanho do corpo, agressividade, mobilidade e voracidade

determinam o resultado da interação (Putra & Yasuda, 2006; Putra et al., 2009). *Brontocoris tabidus* deveria ser o predador intraguilda por ter mais que o dobro do peso de *P. nigrispinus* (Oliveira et al., 2005; Freitas et al., 2006), porém espécies maiores podem ser consumidas pelas menores (Polis et al., 1989), mesmo sendo, normalmente, predadores intraguilda e as menores presas intraguilda (Polis et al., 1989). *Podisus nigrispinus* é mais agressivo na falta de alimento e sua liberação deve ocorrer após alimentação (Pires et al., 2011), o que poderia diminuir a predação em ovos e adultos de *B. tabidus*.

Brontocoris tabidus e *P. nigrispinus* podem ser usados no controle biológico de pragas, mas devem ser liberados na proporção de 1:1 ou 2:1, de ambas as espécies, para reduzir o impacto nas características reprodutivas, especialmente, nas de *B. tabidus*. Além disso, esse predador pode ser liberado antes de *P. nigrispinus*.

5. AGRADECIMENTOS

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

6. REFERÊNCIAS

- Abad-Moyano, R., Urbaneja, A., Schausberger, P. 2010. Intraguild interactions between *Euseius stipulates* and the candidate biocontrol agents of *Tetranychus urticae* in Spanish clementine orchards: *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*. **Experimental and Applied Acarology**, 50(1): 23-34.
- Almohamad, R., Verheggen, F.J., Francis, F., Lognav, G., Haubruge, E. 2008. Emission of alarm pheromone by non-preyed aphid colonies. **Journal of Applied Entomology**, 132(8): 601-604.
- Arim, M. & Marquet, P.A. 2004. Intraguild predation: A widespread interaction related to species biology. **Ecology Letters**, 7(7): 557-564.
- Björkman, C., Johansson, H., Snäll, T. 2011. Spatial distribution of interacting insect predators: Possible roles of intraguild and the surrounding habitat. **Basic and Applied Ecology**, 12(6): 516-522.
- Cakmak, I., Janssen, A., Sabelis, M.W., Baspinar, H. 2009. Biological control of an acarine pest by single and multiple natural enemies. **Biological Control**, 50(1): 60-65.
- Chow, A., Chau, A., Heinz, K.M. 2008. Compatibility of *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) with *Amblyseius (Iphiseius) degenerans* (Acari: Phytoseiidae) for control of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse roses. **Biological Control**, 44(2): 259-270.
- Cottrell, T.E. 2005. Predation and cannibalism of lady beetle eggs by adult lady beetles. **Biological Control**, 34(2): 159-164.
- Crowder, D.W. & Snyder, W.E. 2010. Eating their way to the top? Mechanisms underlying the success of invasive insect generalist predators. **Biological Invasions**, 12(9): 2857-2876.
- De Bortoli, S.A., Otuka, A.K., Vacari, A.M., Martins, M.I.E.G., Volpe, H.X.L. 2011. Comparative biology and production costs of *Podisus nigrispinus* (Hemipetera: Pentatomidae) when fed different types of prey. **Biological Control**, 58(2): 127-132.
- De Clercq, P., Wyckhuys, K., Oliveira, H.N., Klapwijk, J. 2002. Predation by *Podisus maculiventris* on different life stages of *Nezara viridula*. **Florida Entomologist**, 85(1): 197-202.
- Dib, H., Simon, S., Sauphanor, B., Capowiez, Y. 2010. The role of natural enemies on the population dynamics of the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* Passerini

(Hemiptera: Aphididae) in organic apple orchards in south-eastern France. **Biological Control**, 55(2): 97-109.

Freitas, S.P.C., Evangelista-Junior, 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(3): 449-455.

Gagné, I., Coderre, D., Mauffette, Y. 2002. Egg cannibalism by *Coleomegilla maculata* lengi neonates: Preference even in the presence of essential prey. **Ecological Entomology**, 27(3): 285-291.

Holtz, M., Dias, G.A., 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 Agricultural Research**, 69(3): 468-472.

Janssen, A., Maurice, W., Sabelis, S.M., Montserrat, M., Hammen, T. 2007. Habitat structure affects intraguild predation. **Ecology**, 88(11): 2713-2719.

Kenis, M., Auger-Rozenberg, M.A., Roques, A., Timms, L., Pere, C., Cock, M., Settele, J., Augustin, S., Lopez-Vaamonde, C. 2009. Ecological effects of invasive alien insects. **Biological Invasions**, 11(1): 21-45.

Koss, A.M. & Snyder, W.E. 2005. Alternative prey disrupt biocontrol by a guild of generalist predators. **Biological Control**, 32(2): 243-251.

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). **International Journal of Pest Management**, 47(2): 89-93.

Letourneau, D.K., Jedlicka, J.A., Bothwell, S.G., Moreno, C.R. 2009. Effects of natural enemy biodiversity on the suppression of arthropod herbivores in terrestrial ecosystems. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, 40(1): 573-592.

Lucas, E. & Rosenheim, J.A. 2011. Influence of extraguild prey density on intraguild predation by Heteropteran predators: A review of the evidence and case study. **Biological Control**, 59(1): 61-67.

Lundgren, J.G. 2011. Reproductive ecology of predaceous Heteroptera. **Biological Control**, 59(1): 37-52.

Medeiros, R.S., 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(6): 695-704.

Moser, S.E., Haynes, K., Obrycki, J.L. 2010. Behavioral responses to larval tracks and the influence of tracks on intraguild scavenging by Coccinellid larvae. **Journal of Insect Behavior**, 23(1): 45-58.

Oliveira, H.N., Curitiba, M.E., Duarte, M.M., Pereira, F.F., Zanuncio, J.C. 2011. Development and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) fed with *Thyrintina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) reared on guava leaves. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 54(3): 429-434.

Oliveira, I., Zanuncio, J.C., Serrão, J.E., Zanuncio, T.V., Pinon, T.B.M., Fialho, M.C.Q. 2005. Effect of female weight on reproductive potential of the predator *Brontocoris tabidus* (Signoret, 1852) (Heteroptera: Pentatomidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 48(2): 295-301.

Pereira, A.I.A., Ramalho, F.S., Malaquias, 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(1): 84-94.

Pires, E., Zanuncio, J.C., Serrão, J.E. 2011. Cannibalism of *Brontocoris tabidus* and *Podisus nigrispinus* during periods of pre-release without food or fed with *Eucalyptus cloeziana* plants. **Phytoparasitica**, 39(1): 27-34.

Polis, G.A., Myers, C.A., Holt, R.D. 1989. The ecology and evolution of intraguild predation – potential competitors that eat each other. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 20: 297-330.

Prasad, R.P. & Snyder, W.E. 2004. Predator interference limits fly egg biological control by a guild of ground-active beetles. **Biological Control**, 31(3): 428-437.

Putra, N.S. & Yasuda, H. 2006. Effects of prey species and its density on larval performance of two species of hoverfly larvae, *Episyrphus balteatus* de Geer and *Eupeodes corollae* Fabricius (Diptera: Syrphidae). **Applied Entomology and Zoology**, 41(3): 389-397.

Putra, N.S., Yasuda, H., Sato, S. 2009. Oviposition preference of two hoverfly species in response to risk of intraguild predation. **Applied Entomology and Zoology**, 44(1): 29-36.

Ruzicka, Z. & Zemek, R. 2008. Deterrent effects of larval tracks on conspecific larvae in *Cycloneda limbifer*. **BioControl**, 53(5): 763-771.

Soares, M.A., Batista, J.D., Zanuncio, J.C., Lino-Neto, J., Serrão, J.E. 2011. Ovary development, egg production and oviposition for mated and virgin females of the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Acta Scientiarum. Agronomy**, 33(4): 597-602.

Torres, J.B., Zanuncio, J.C., Cecon, P.R., Gasperazzo, W.L. 1996. Mortalidade de *Podisus nigrispinus* (Dallas) por parasitóides de ovos em áreas de eucalipto. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 25(3): 463-471.

Van Lenteren, J.C. 1999. Fundamental knowledge about insect reproduction: Essential to develop sustainable pest management. **Invertebrate Reproduction & Development**, 36(1-3): 1-15.

Walzer, A. & Schausberger, P. 2011. Threat-sensitive anti-intraguild predation behaviour: Maternal strategies to reduce offspring predation risk in mites. **Animal Behaviour**, 81(1): 177-184.

Walzer, A., Paulus, H.F., Schausberger, P. 2006. Oviposition behavior of interacting predatory mites: Response to the presence of con- and heterospecific eggs. **Journal of Insect Behavior**, 19(3): 305-320.

Zanuncio, J.C., Oliveira, H.N., Torres, J.B., Pratissoli, D. 2000a. Egg parasitoids of *Podisus sculpus* Distant (Heteroptera: Pentatomidae) in an *Eucalyptus* plantation in the Brazilian Amazonian region. **Revista de Biologia Tropical**, 48(4): 989-992.

Zanuncio, J.C., Zanuncio, T.V., Guedes, R.N.C., Ramalho, F.S. 2000b. Effect of feeding on three *Eucalyptus* species on the development of *Brontocoris tabidus* (Het.: Pentatomidae) fed with *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Biocontrol Science and Technology**, 10(4): 443-450.

Zanuncio, J.C., Molina-Rugana, 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(3): 331-337.

Zanuncio, J.C., Molina-Rugana, A.J., Santos, G.P., Ramalho, F.D. 2002. Effect of body weight on fecundity and longevity of the stinkbug predator *Podisus rostralis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 37(9): 1225-1230.

Zanuncio, J.C., Silva, C.A.D., Lima, E.R., Pereira, F.F., Ramalho, F.S., Serrão, J.E. 2008. Predation rate of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae with and without defense by *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 51(1): 121-125.

7. FIGURA

..... *Brontocoris tabidus*
 ——— *Podisus nigrispinus*

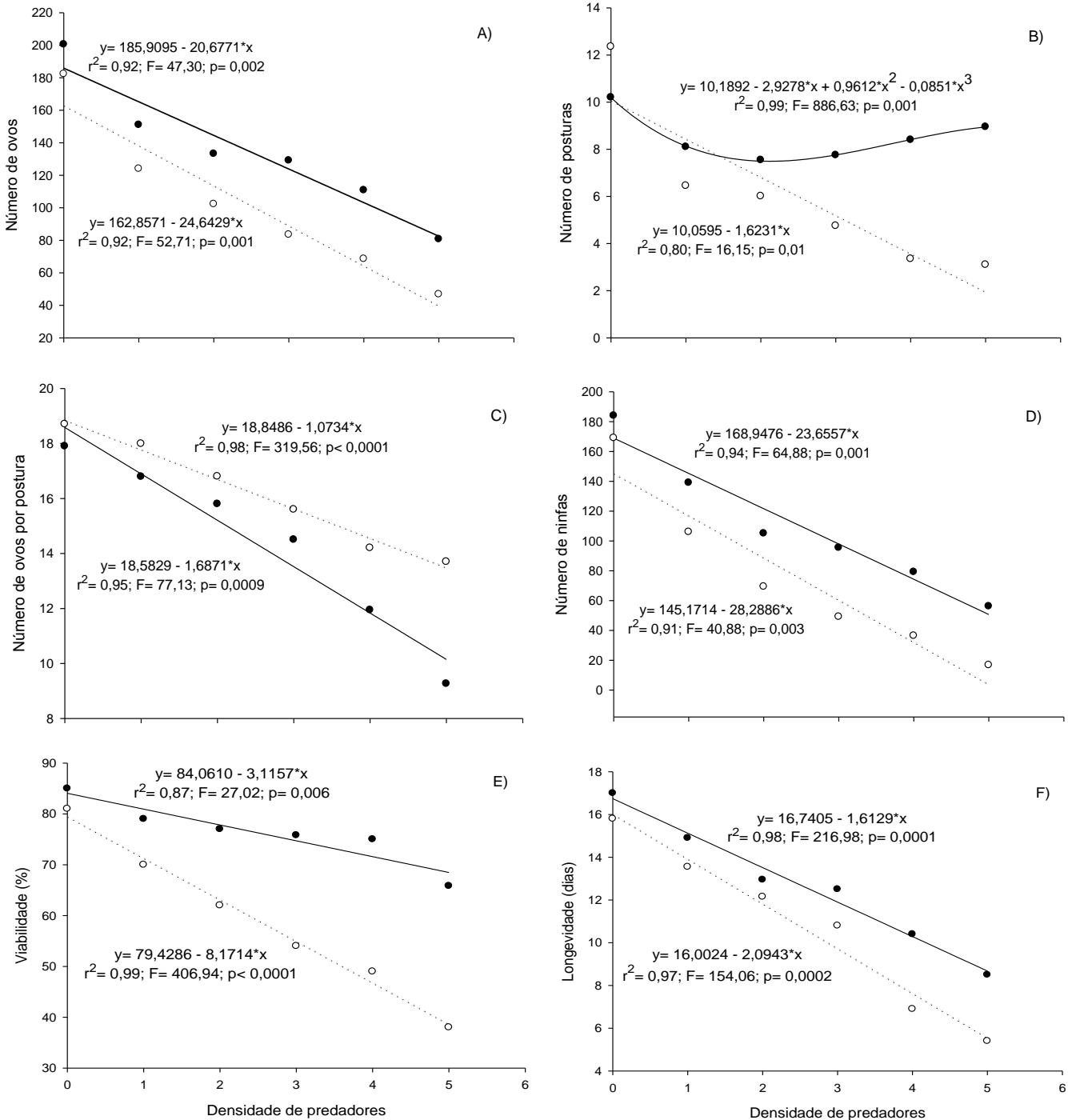


Figura 1. Número de ovos (A), de posturas (B), de ovos por postura (C), de ninfas (D), viabilidade dos ovos (E) e longevidade de fêmeas (F) de *Podisus nigrispinus* e *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) interagindo em diferentes densidades.

CAPÍTULO 4

INTERAÇÃO AFETANDO A SOBREVIVÊNCIA, LONGEVIDADE, FECUNDIDADE E TABELAS DE VIDA DE *Podisus nigrispinus* E *Brontocoris tabidus* EM PLANTAS DE EUCALIPTO COM PUPAS DE *Tenebrio molitor*

RESUMO: O uso de várias espécies de inimigos naturais para controlar pragas agrícolas é crescente e eficiente devido a diferenças de nicho, modo de caça ou da fase de vida da praga a ser atacada. Entretanto, podem ocorrer interações negativas, como a predação intraguilda, entre os inimigos naturais, ocasionando falhas no controle. A biologia reprodutiva e tabela de vida de *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) foram estudadas com o efeito da presença de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) e (vice e versa). A presença do predador heteroespecífico afetou as características reprodutivas desses predadores. Porém, *B. tabidus* foi mais sensível a presença de *P. nigrispinus* que este, sendo a incubação dos ovos e o número de ninfas por postura os únicos parâmetros reprodutivos não influenciados. A presença de *B. tabidus* não influenciou os períodos de pré-oviposição, pós-oviposição, incubação dos ovos, o número de ovos por postura, ninfas por postura e a viabilidade dos ovos de fêmeas de *P. nigrispinus*. Parâmetros da tabela de vida foram influenciados pela presença do predador heteroespecífico, com os maiores valores para os predadores criados sozinhos. *Podisus nigrispinus* é pouco afetado pela presença de *B. tabidus*, enquanto este é mais sensível a presença daquele predador. Esses predadores podem ser usados em conjunto no controle de pragas, pois a interação entre essas espécies, apenas, reduziu os parâmetros reprodutivos de fêmeas e de ninfas. No entanto, esta redução não é capaz de eliminar *B. tabidus* ou *P. nigrispinus* da área em que sejam liberados.

Palavras-chave: Asopinae, controle biológico, interação intraguilda, lagartas desfolhadoras.

1. INTRODUÇÃO

O controle biológico, com a liberação de inimigos naturais, se destaca entre as técnicas para controlar pragas por ser eficiente, custar menos e ser menos danosa ao meio ambiente (Bale et al., 2008, De Clercq et al., 2011). Essa técnica é muito conhecida (van Lenteren et al., 2006) e vem sendo aperfeiçoada, como por exemplo, a utilização de varias espécies de inimigos naturais em conjunto (Snyder et al., 2008; Ulyshen et al., 2010; Law & Rosenheim, 2011).

A eficiência de um maior número de espécies de inimigos naturais em controlar pragas é atribuída a diferenças de nicho entre inimigos naturais (Straub et al., 2008), por diferirem entre os locais de forrageamento, modo de caça ou fase de vida da praga a ser atacada (Straub & Snyder, 2008; Straub et al., 2008). A combinação de predadores generalistas para o controle biológico é interessante por consomem diferentes espécies de artrópodes, persistem em escassez de presa, são mais vorazes e chegam primeiro ao ambiente com pragas (Straub et al., 2008; Tylianakis & Romo, 2010).

A diversidade de predadores tem efeitos benéficos, mas pode não controlar ou apresentar baixo efeito sobre populações de pragas (Janssen et al., 2007; Cakmak et al., 2009). Essas falhas têm sido atribuídas à predação intraguilda entre inimigos naturais (Takizawa & Snyder, 2011; Traugott et al., 2012; Hemptinne et al., 2012). Essa interação ocorre quando um predador mata e consome outro predador da mesma guilda (Polis et al., 1989), podendo ser mais provável de ocorrer quando predadores generalistas participam da interação (Lucas & Rosenheim, 2011; Ingels & De Clercq, 2011).

Na Europa e nos Estados Unidos, percevejos predadores são comercializados para controlar insetos herbívoros (De Bortoli et al., 2011). No Brasil, empresas florestais vêm criando, multiplicando e liberando percevejos Asopinae para controlar pragas em suas plantações (De Bortoli et al., 2011). Os Asopinae generalistas, utilizados e com potencial de ser utilizado no controle biológico aumentativo, incluem *Podisus nigrispinus* (Dallas) e *Brontocoris tabidus* (Signoret) (Heteroptera: Pentatomidae) (Zanuncio et al., 2001, 2006; Medeiros et al., 2000;

Lemos et al., 2009). Estes percevejos alimentam-se, principalmente, de larvas de Lepidoptera e Coleoptera (Lemos, 2001; Ferreira et al., 2008; Oliveira et al., 2011).

As interações entre inimigos naturais podem ocorrer entre si e com outras espécies no ambiente (Parry, 2009; Ulyshen et al., 2010), tornando necessário se estudar riscos para o controle biológico de artrópodes antes da liberação dos inimigos naturais (van Lenteren et al., 2003). Isto permite se selecionar espécies que não interagem negativamente entre si (Bjorkman et al., 2011) para reduzir o impacto, principalmente, em fêmeas, que não ovipositam ou reduzem a oviposição em presença de outro predador (Abad-Moyano et al., 2010; Walzer & Schausberger, 2011).

O objetivo deste trabalho foi estudar as características reprodutivas e os principais parâmetros populacionais de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* criados juntos e separados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Adultos de *P. nigrispinus* e *B. tabidus*, de ninfas do primeiro experimento e com menos de 24 horas de emergência, foram sexados, pesados em balança com precisão de 0,1 mg e acasalados aos quatro dias de idade nos tratamentos: T1- dois casais de *P. nigrispinus* por saco de organza (30 x 20 cm); T2- dois casais de *B. tabidus* por saco de organza (30 x 20 cm); e T3- dois casais, um de cada espécie, por saco de organza (30 x 20 cm). Os adultos de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* foram criados da mesma forma que as ninfas em galhos de plantas de eucalipto no campo, recebendo pupas de *T. molitor* “ad libitum” e água. Os números de ovos e de ninfas, a duração dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, longevidade, viabilidade dos ovos, período de incubação dos ovos, números de ovos por postura e de ninfas por postura, total de posturas, taxa de oviposição e de eclosão de ninfas por fêmea de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* foram avaliados, diariamente. As posturas desses predadores foram coletadas, diariamente, e acondicionadas em placas de Petri (9,0 x 1,2 cm) com um chumaço de algodão embebido em água destilada e as ninfas contadas 24 após sua eclosão.

O delineamento experimental foi o completamente casualizado, com quinze repetições, representada cada uma por um saco de organza. Os dados obtidos

foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste “t” a 5% de probabilidade com o Sistema de Análises Estatísticas (SAEG) (Gomes 1985). Os parâmetros da tabela de vida foram estimados com o programa SAS (SAS Institute 1997), utilizando-se o modelo Jacknife (Maia et al., 2000) obtendo-se a taxa líquida de reprodução (R_o), a duração de uma geração (DG), a razão infinitesimal (r_m) e finita (λ) de aumento populacional e o tempo necessário para o predador dobrar sua população em número de indivíduos (TD) sendo: a) taxa líquida de reprodução (R_o) (contribuição média para a população, em termos de descendentes, por fêmea) dada pela formula de Krebs: $R_o = \sum_{x=0}^y l_x m_x$ em que l_x é a proporção de indivíduos vivos no ponto médio do intervalo de idade x e m_x a fertilidade específica; b) duração de uma geração (DG) (nascimento dos pais até o de seus descendentes) obtida pela formula de Krebs (1994): $DG = \ln(R_o)/r_m$; c) taxa intrínseca de crescimento (r_m) (taxa de aumento populacional por unidade de tempo) calculada com a equação de Lotka (1907): $\sum_{x=0}^y \exp^{-rx} l_x m_x = 1$ onde x é a classe de idade; y , a de idade mais velha; m_x , o número de fêmeas produzidas por fêmea de idade x ; e l_x , proporção de indivíduos vivos no ponto médio do intervalo da idade x ; d) razão finita de aumento populacional (λ) (número de fêmeas adicionadas à população por fêmea por unidade de tempo) calculada pela formula de Krebs (1994): $\lambda = \text{antilog}(r_m \times 0,4343)$; e) tempo necessário para o predador dobrar sua população em número de indivíduos (TD) calculado com a fórmula de Krebs (1994): $TD = \ln(2)/r_m$.

A construção, descrição e análise das tabelas de vida para populações de organismos representa uma maneira de expressar sob forma numérica, as principais características de uma população (Southwood, 1978; Rabinovich, 1978; Bellows et al., 1992; Maia et al., 2000).

3. RESULTADOS

A oviposição, o número de posturas por fêmea, de ovos, de ninfas por fêmeas e a longevidade das fêmeas foram menores para *P. nigrispinus* criados com *B. tabidus*. A pré-oviposição, pós-oviposição, incubação dos ovos (em dias), número de

ovos por postura, ninfas por postura e viabilidade ninfal foram semelhantes entre tratamentos (Tabela 1).

A duração do período de pré-oviposição foi menor; o período de oviposição e pós-oviposição maiores e a incubação e o número de ninfas por postura semelhantes para *B. tabidus* criado sozinho ou com *P. nigrispinus* (Tabela 1). O número de posturas, de ovos, de ninfas por fêmea, viabilidade ninfal e longevidade de fêmeas de *B. tabidus* foram maiores sem a presença de *P. nigrispinus* (Tabela 1).

A taxa líquida de reprodução (R_0), razão finita de aumento (λ) e razão infinitesimal de aumento (r_m) da tabela de vida de *P. nigrispinus* foram maiores para esse predador criado sozinho. No entanto, o tempo para duplicar a população (TD) foi maior para *P. nigrispinus* criado junto com *B. tabidus*. A duração de uma geração (DG) foi semelhante para esse predador sozinho ou com *B. tabidus* (Tabela 2).

A taxa líquida de reprodução (R_0), razão finita de aumento (λ), duração de uma geração (DG), razão infinitesimal de aumento (r_m) de *B. tabidus* foram maiores quando criado sozinho. O tempo para duplicar sua população (TD) foi maior para esse predador com *P. nigrispinus* (Tabela 2).

4. DISCUSSÃO

A redução da oviposição de fêmeas de *P. nigrispinus* e *B. tabidus* na presença do predador heteroespecífico é porque fêmeas evitam colocar ovos em locais com presença ou que foram explorados por outros inimigos naturais (Nakashima et al., 2006; Almohamad et al., 2008, 2010), pois o canibalismo e a predação são as principais fontes de mortalidade de ovos e imaturos de insetos predadores (Snyder, 2009; Weber & Lundgren, 2009; Almohamad et al., 2010; Lundgren, 2011). As fases jovens, por terem baixa mobilidade, menor tamanho e tegumento mole, são mais vulneráveis a inimigos naturais que os adultos (Nóia et al., 2008; Lucas et al., 2009; Carrasco & Kaitala, 2010). A presença de coespecíficos e heteroespecíficos (Laubertie et al., 2006; Almohamad et al., 2010) reduzem o número de ovos colocados por predadores de afídeo (Kajita et al., 2006; Seagraves, 2009).

Podisus nigrispinus adotou dois comportamentos diante da presença de *B. tabidus*, reduziu a oviposição e matou esse predador, este último um cuidado

parental que reduz os parâmetros reprodutivos da presa intraguilda (Gilbert et al., 2010; Clark et al., 2011) e induzido por condições genéticas e estressantes do ambiente, como presença de parasitóides e predadores (Nakahira & Kudo, 2008; Gilbert et al., 2010; Filippi et al., 2012). Na presença de inimigos naturais as fêmeas podem não ovipositar (Moser et al., 2010; Almohamad et al., 2010), reduzir a oviposição (Kajita et al., 2006; Michaud & Jyoti, 2007; Seagraves, 2009; Almohamad et al., 2010), esperar as condições melhorarem para ovipositar (Carrasco & Kaitala, 2009; Walzer & Schausberger, 2011), matar o outro inimigo natural (Schaubberger & Croft, 2000; Ware & Majerus, 2008), ou adotar um comportamento de cuidado parental (Gilbert et al., 2010; Filippi et al., 2012). A proteção dos ovos com comportamentos agressivos (Nakahira & Kudo, 2008; Carrasco & Kaitala, 2010) que podem resultar na morte dos pais ou do inimigo (Humphries et al., 2006; Carrasco & Kaitala, 2010) é considerada, também, um cuidado parental (Goubault et al., 2007; Carrasco & Kaitala, 2010; Gilbert et al., 2010; Filippi et al., 2012).

Podisus nigrispinus poderia, simplesmente, estar protegendo seus ovos ao matar *B. tabidus*. A predação intraguilda está relacionada com a morte e consumo de um predador por outro (Polis et al., 1989), mas existe uma controvérsia se a morte sem o consumo do inimigo natural seria predação intraguilda (Ware & Majerus, 2008). Alguma forma de cuidado parental é comum em inúmeras espécies de Heteroptera (Nakahira & Kudo, 2008; Ogorzatek & Trochimczuk, 2009; Hosokawa et al., 2012), mas é um comportamento, metabolicamente, caro (Goubault et al., 2007; Mas & Kölliker, 2008; Gilbert et al., 2010) podendo reduzir as taxas reprodutivas (Goubault et al., 2007; Gilbert et al., 2010; Clark et al., 2011).

O maior número de ovos por postura de *B. tabidus* criado com *P. nigrispinus* pode ser considerado um cuidado parental. Os ovos colocados podem ser relacionados à fertilidade das fêmeas (Das et al., 2008), mas refletir um comportamento adotado em resposta a restrições ambientais como cuidado parental (Gilbert et al., 2010; Filippi et al., 2012), incluindo a produção de ovos tróficos (Hironaka et al., 2005). Esses ovos são inférteis e servem como alimento para os imaturos se desenvolverem (Filippi et al., 2012). Heteroptera com esse comportamento tem maior sobrevivência da prole (Hironaka et al., 2005; Mukai et al., 2010; Gilbert et al., 2010), sendo um comportamento estimulado pela presença de

inimigos naturais (Nakahira & Kudo, 2008). O tamanho do corpo das espécies influencia o tipo de interação entre elas (Yang & Rudolf, 2010) com pequenos predadores alterando o comportamento na presença de predadores maiores (Ferris & Rudolf, 2007; Rudolf, 2012).

Podisus nigrispinus apresentou alterações no tempo de desenvolvimento de machos e fêmeas e no peso de fêmeas recém emergidas em presença de *B. tabidus* (vice e versa), mas isto não é capaz de eliminar essas espécies, com a maioria das ninfas desses predadores atingindo a fase adulta e se reproduzindo na presença de *B. tabidus* (vice e versa). Este tipo de impacto deverá ser menor no ambiente em que forem utilizados, pois a estrutura do habitat irá diminuir a força da interação entre as espécies (Janssen et al., 2007; Noppe et al., 2012).

Os valores positivos da taxa líquida de reprodução (R_0), duração de uma geração (DG), tempo para duplicar a população (TD), razão finita de aumento (λ) e razão infinitesimal de aumento (r_m) para os predadores separados ou juntos mostra crescimento populacional de suas populações nas duas condições. juntos. A tabela de vida é importante para se compreender a dinâmica populacional e por ser um relato da vida de uma população ao longo de uma geração (Silveira Neto et al., 1976; Price, 1997). Além disso, podem indicar a distribuição e a abundância potencial de um inseto, prever a ocorrência de pragas, inimigos naturais, explicar interações ecológicas e simular a biologia de artrópodes (Albergaria et al., 2003; Medeiros et al., 2000).

A redução de alguns parâmetros da tabela de vida de *P. nigrispinus* pela presença de *B. tabidus* e vice e versa não causará a extinção populacional desses predadores pois todos esses valores foram positivos, mostrando crescimento populacional mesmo na presença de outro inimigo natural (Vivan et al., 2002; Evangelista JR et al., 2003; Medeiros et al., 2003). Os maiores valores de alguns parâmetros, como R_0 e r_m , dos predadores criados separados, podem ser devido a menor taxa de mortalidade, tempo de desenvolvimento ninfal mais curto e pico reprodutivo mais cedo (Atlhan & Kaydan, 2002). Porém, menores valores de TD são importantes para obter um maior número de gerações por ano e compensar baixos valores de r_m , este último parâmetro utilizado para comparar populações de organismos por relacionar R_0 e DG (Zanuncio et al., 2005).

Podisus nigrispinus foi pouco afetado pela presença de *B. tabidus*, enquanto este predador foi mais sensível a presença de *P. nigrispinus*. No entanto, esses dois predadores podem ser liberados em conjunto para o controle de pragas, pois a interação entre essas espécies reduziu alguns de seus parâmetros reprodutivos, mas ambas mostram crescimento populacional.

5. AGRADECIMENTOS

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

6. REFERÊNCIAS

- Abad-Moyano, R., Urbaneja, A., Schausberger, P. 2010. Intraguild interactions between *Euseius stipulates* and the candidate biocontrol agents of *Tetranychus urticae* in Spanish clementine orchards: *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*. **Experimental and Applied Acarology**, 50(1): 23-34.
- Albergaria, N.M.M.S., Cividanes, F.J., Dória, H.O.S. 2003. Tabela de vida ecológica de *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology** 32(1): 559-563.
- Almohamad, R., Verheggen, F.J., Francis, F., Hance, T., Haubruge, E. 2008. Discrimination of parasitizes aphids by a hoverfly predator: Effects on larval performance, foraging, and oviposition behavior. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 128(1): 73-80.
- Almohamad, R., Verheggen, F.J., Francis, F., Lognay, G., Haubruge, E. 2010. Assessment of oviposition site quality by aphidophagous hoverflies: reaction to conspecific larvae. **Animal Behaviour**, 79(3): 589-594.
- Atıhan, R., Kaydan, M.B. 2002. Development, survival and reproduction of three Coccinellids feeding on *Hyalopterus pruni* (Geoffroy) (Homoptera: Aphididae). **Turkish Journal of Agriculture and Forest**, 26(3): 119-124.
- Bale, J.S., van Lenteren, J.C., Bigler, F. 2008. Biological control and sustainable food production. **Philosophical Transactions the Royal Society B**, 363(1492): 761-776
- Bellows, T.S., Van Driesche, R.G., Elkinton, J.S. 1992. Life-table construction and analysis in the evaluation of natural enemies. **Annual Review of Entomology**, 37: 587-612.
- Björkman, C., Johansson, H., Snäll. 2011. Spatial distribution of interacting insect predators: Possibles roles of intraguild predation and the surrounding habitat. **Basic and Applied Ecology**, 12(6): 516-522.
- Cakmak, I., Janssen, A., Sabelis, M.W., Baspınar, H. 2009. Biological control of an acarine pest by single and multiple natural enemies. **Biological Control**, 50(1): 60-65.
- Carrasco, D., Kaitala, A. 2009. Egg-laying tactic in *Phyllomorpha laciniata* in the presence of parasitoids. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 131(3): 300-307.

- Carrasco, D., Kaitala, A. 2010. Active protection of unrelated offspring against parasitoids. A byproduct of self defense? **Behavioral Ecology and Sociobiology**, 64(8): 1291-1298.
- Clark, K.E., Hartley, S.E., Johnson, S.N. 2011. Does mother know best? The preference-performance hypothesis and parent-offspring conflict in aboveground-belowground herbivore life cycles. **Ecological Entomology**, 36(2): 117-124.
- Das, S.S.M., Krishnan, S.S., Jebasingh, V., Abrose, D.P. 2008. Redescription, postembryonic development and behavior of a *Harpactorine* assassin bug *Sphedanolestes himalyensis* distant (Hemiptera: Reduviidae). **Entomologica Croatica**, 12(1): 37-54.
- Evangelista Júnior, W.S.; Gondin Júnior, M.G.C.; Torres, J.B.; Marques, E.J. 2003. Efeito de plantas daninhas e do algodoeiro no desenvolvimento, reprodução e preferência para oviposição de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Neotropical Entomology**, 32(4): 677-684.
- Ferris, G., Rudolf, V.H.W. 2007. Responses of larval dragonflies to conspecific and heterospecific predator cues. **Ecological Entomology**, 32(3): 283-288.
- Filippi, L., Hironaka, M., Nomakuchi, S. 2012. Individual variation in trophic egg production: Evidence for maternal manipulation in response to resource and competition levels. **Ethology**, 118(5): 503-510.
- Gilbert, J.D.J., Thomas, L.K., Manica, A. 2010. Quantifying the benefits and costs of parental care in assassin bugs. **Ecological Entomology**, 35(5): 639-651.
- Gomes, J.M. 1985. SAEG 3.0: Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas. Viçosa, Imprensa Universitária, 105p.
- Goubault, M., Scott, D., Hardy, I.C.W. 2007. The importance of offspring value: maternal defence in parasitoid contests. **Animal Behaviour**, 74(3):437-446.
- Hemptinne, J.L., Magro, A., Saladin, C., Dixon, A.F.G. 2012. Role of intraguild predation in aphidophagous guilds. **Journal of Applied Entomology**, 136(3): 161-170.
- Hironaka, M., Nomakuchi, S., Iwakuma, S., Filippi, L. 2005. Trophic egg production in a subsocial shield bug, *Parastrachia japonensis* Scott (Heteroptera: Parastrachiidae), and its functional value. **Ethology**, 111(12): 1089-1102.
- Hosokawa, T., Hironaka, M., Mukai, H., Inadomi, K., Suzuki, N., Fukatsu, T. 2012. Mothers never miss the moment: a fine-tuned mechanism for vertical symbiont transmission in a subsocial insect. **Animal Behaviour**, 83(1): 293-300.

- Humphries, E.L., Hebblethwaite, A.J., Batchelor, T.P., Hardy, I.C.W. 2006. The importance of valuing resources: host weight and contender age as determinants of parasitoid wasp contest outcomes. **Animal Behaviour**, 72(4): 891-898.
- Ingels, B. & De Clercq, P. 2011. Effect of size, extraguild prey and habitat complexity on intraguild interactions: a case study with the invasive ladybird *Harmonia axyridis* and the hoverfly *Episyrphus balteatus*. **Biocontrol**, 56(6): 871-882.
- Janssen, A., Sabelis, M.W., Magalhães, S., Montserrat, M., van der Hammen, T. 2007. Habitat structure affects intraguild predation. **Ecology**, 88(12): 2712-2719.
- Kajita, Y., Yasuda, H., Evans, E.W. 2006. Effects of native ladybirds on oviposition of the exotic species, *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae), in Japan. **Applied Entomology and Zoology**, 41(1): 57-61.
- Krebs, C.J. 1994. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. 4th, New York, Harper Collins College Publishers, 801p.
- Laubertie, E., Martini, X., Cadena, C., Treilhou, M., Dixon, A.F.G., Hemptinne, J.L. 2006. The immediate source of the oviposition-detering pheromone produced by larvae of *Adalia bipunctata* (L.) (Coleoptera, Coccinellidae). **Journal of Insect Behavior**, 19(2): 231-240.
- Law, Y.H. & Rosenheim, J.A. 2011. Effects of combining an intraguild predator with a cannibalistic intermediate predator on a species-level trophic cascade. **Ecology**, 92(2): 333-341.
- 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). **International Journal of Pest Management**, 47(2): 89-93.
- Lucas, E. & Rosenheim, J.A. 2011. Influence of extraguild prey density on intraguild predation by heteropteran predators: A review of the evidence and a case study. **Biological Control**, 59(1): 61-67.
- Lundgren, J.G. 2011. Reproductive ecology of predaceous Heteroptera. **Biological Control**, 59(1): 37-52.
- Maia, A.H.N.; Luiz, A.J.B.; Campanhola, C. 2000. Statistical inference on associated fertility life table parameters using Jackknife technique: Computational aspects. **Journal of Economic Entomology**, 93(2): 511-518.

- Mas, F. & Kölliker, 2008. Maternal care and offspring begging in social insects: chemical signalling, hormonal regulation and evolution. **Animal Behaviour**, 76(4): 1121-1131.
- Medeiros, R.S., Ramalho, F.S., Lemos, W.P., Zanuncio, J.C. 2000. Age-dependent fecundity and life-fertility tables for *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Het., Pentatomidae). **Journal of Applied Entomology**, 124(7-8): 319-324.
- Medeiros, R.S., Ramalho, F.S., Zanuncio, J.C., Serrão, J.E. 2003. Effect of temperature on life table parameters of *Podisus nigrispinus* (Het., Pentatomidae) fed with *Alabama argillacea* (Lep., Noctuidae) larvae. **Journal of Applied Entomology**, 127(4): 209-213.
- Michaud, J.P. & Jyoti, J.L. 2007. Repellency of conspecific and heterospecific larval residues to *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae) ovipositing on sorghum plants. **European Journal of Entomology**, 104(3): 399-405.
- Moser, S.E.; Haynes, K.F. ; Obrycki, J.L. 2010. Behavioral response to larval tracks and the influence of tracks on intraguild scavenging by Coccinellid larvae. **Journal of Insect Behavior**, 23(1): 45-58.
- Mukai, H.; Hironaka, M.; Baba, N.; Yanagi, T., Inadomi, K., Filippi, L., Nomakuchi, S. 2010. Maternal-care behavior in *Adomerus variegates* (Hemiptera: Cydnidae). **The Canadian Entomologist**, 142(1): 52-56.
- Nakahira, T. & Kudo, S. 2008. Maternal Care in the burrower bug *Adomerus triguttulus*: Defensive behavior. **Journal of Insect Behavior**, 21(4): 306-316.
- Nakashima, Y., Birkett, M.A., Pye, B.J., Powell, W. 2006. Chemically mediated intraguild predator avoidance by aphid parasitoids: Interspecific variability in sensitivity to semiochemical trails of ladybird predators. **Journal of Chemical Ecology**, 32(9): 1989-1998.
- Nóia, M., Borges, I., Soares, A.O. 2008. Intraguild predation between the aphidophagous ladybird Beetles *Harmonia axyridis* and *Coccinella undecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae): The role of intra and extraguild prey densities. **Biological Control**, 46(2): 140-146.
- Noppe, C., Michaud, J.P., De Clercq, P. 2012. Intraguild predation between lady beetles and lacewings: Outcomes and consequences vary with focal prey and arena of interaction. **Annals of the Entomological Society of America**, 105(4): 562-571.
- Ogorzatek, A. & Trochimczuk, A. 2009. Ovary structure in a presocial insect, *Elasmucha grisea* (Heteroptera, Acanthosomatidae). **Arthropod Structure & Development**, 38(6): 509-519.

- Oliveira, H.N., Espindula, M.C., Duarte, M.M., Pereira, F.F., Zanuncio, J.C. 2011. Development and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) fed with *Thyrintina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) reared on guava leaves. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 54(3): 429-434.
- Parry, D. 2009. Beyond pandora's Box: quantitatively evaluating non-target effects of parasitoids in classical biological control. **Biological Invasions**, 11(1): 47-58.
- Polis, G.A., Myers, C.A., Holt, R.D. 1989. The ecology and evolution of intraguild predation – potential competitors that eat each other. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 20: 297-330.
- Price, P.W. 1997. Insect Ecology. 3rd ed. New York, John Wiley & Sons, 874 p.
- Rabinovich, J.E. 1978. Ecología de poblaciones animales. Washington: Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, 114 p.
- Rudolf, V.H.W. 2012. Seasonal shifts in predator body size diversity and trophic interactions in size-structured predator-prey systems. **Journal of Animal Ecology**, 81(3): 524-532.
- Schausberger, P. & Croft, B.A. 2000. Cannibalism and intraguild predation among phytoseiid mites: Are aggressiveness and prey preference related to diet specialization? **Experimental and Applied Acarology**, 24(9): 709-725.
- Seagraves, M.P. 2009. Lady beetle oviposition behavior in response to the trophic environment. **Biological Control**, 51(2): 313-322.
- Silveira Neto, S., Nakano, O., Bardini, D. 1976. Manual de ecología de insectos. Agronômica Ceres, 419 p.
- Snyder, G.B., Finke, D.L., Snyder, W.E. 2008. Predator biodiversity strengthens aphid suppression across single-and multiple-species prey communities. **Biological Control**, 44(1): 52-60.
- Snyder, W.E. 2009. Coccinellids in diverse communities: Which niche fits? **Biological Control**, 51(2): 323-335.
- Southwood, T.R.E. 1978. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. 2nd ed. Chapman and Hall. London, 555 p.
- Straub, C.S., Finke, D.L., Snyder, W.E. 2008. Are the conservation of natural enemy biodiversity and biological control compatible goals? **Biological Control**, 45(2): 225-237.

- Takizawa, T. & Snyder, W.E. 2011. Cannibalism and intraguild predation of eggs within a diverse predator assemblage. **Environmental Entomology**, 40(1): 8-14.
- Traugott, M., Bell, J.R., Raso, L., Sint, D., Symondson, W.O.C. 2012. Generalist predators disrupt parasitoid aphid control by direct and coincidental intraguild predation. **Bulletin of Entomological Research**, 102(2): 239-247.
- Tylianakis, J.M. & Romo, C.M. 2010. Natural enemy diversity and biological control: Making sense of the context-dependency. **Basic and Applied Ecology**, 11(8): 657-668.
- Ulyshen, M.D., Duan, J.J., Bauer, L.S. 2010. Interactions between *Spathius agrili* (Hymenoptera: Braconidae) and *Tetrastichus planipennisi* (Hymenoptera: Eulophidae), larval parasitoids of *Agrilus planipennis* (Coleoptera: Buprestidae). **Biological Control**, 52(2): 188-193.
- Van Lenteren, J.C., Babendreier, D., Bigler, F., Burgio, G., Hokkanen, H.M.T., Kuske, S., Loomans, A.J.M., Menzler-Hokkanen, I., van Rijn, P.C.J., Thomas, M.B., Tommasini, M.G., Zeng, Q.Q. 2003. Environmental risk assessment of exotic natural enemies used in inundative biological control. **BioControl**, 48(1): 3-38.
- Van Lenteren, J.C., Bale, J., Bigler, E., Hokkanen, H.M.T., Loomans, A.M. 2006. Assessing risks of releasing exotic biological control agents of arthropod pests. **Annual Review of Entomology**, 51: 609-634.
- Vivan, L.M., Torres, J.B., Barros, R., Veiga, A.F.S.L. 2002. Tasa de crecimiento poblacional del chinche depredador *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) y de la presa *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) en invernadero. **Revista de Biología Tropical**, 50(1): 145-153.
- Walzer, A. & Schausberger, P. 2011. Threat-sensitive anti-intraguild predation behaviour: Maternal strategies to reduce offspring predation risk in mites. **Animal Behaviour**, 81(1): 177-184.
- Ware, R.L. & Majerus, M.E.N. 2008. Intraguild predation of immature stages of British and Japanese coccinellids by the invasive ladybird *Harmonia axyridis*. **Biocontrol**, 53(1): 169-188.
- Weber, D.C. & Lundgren, J.G. 2009. Assessing the trophic ecology of the Coccinellidae: Their roles as predators and as prey. **Biological Control**, 51(2): 199-214.
- Yang, L.H. & Rudolf, V.H.W. 2010. Phenology, ontogeny and the effects of climate change on the timing of species interactions. **Ecology Letters**, 13(1): 1-10.

Zanuncio, J.C., Molina-Rugana, A.J., Serrão, J.E., Pratisoli, 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(3): 331-337.

Zanuncio, T.V., Zanuncio, J.C., Serrão, J.E., Medeiros, R.S., Pinon, T.B.M., Sedyama, C.A.Z. 2005. Fertility and life expectancy of the predator *Supputius cincticeps* (Heteroptera: Pentatomidae) exposed to sublethal doses of permethrin. **Biological Research**, 38(1): 31-39.

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(2): 401-407.

7. TABELAS

Tabela 1 – Características reprodutivas (média ± erro padrão) de *Podisus nigrispinus* e *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) criados sozinhos ou juntos em *Eucalyptus cloeziana* no campo

Variáveis	Tratamentos			
	<i>Podisus nigrispinus</i>		<i>Podisus nigrispinus</i> com <i>Brontocoris tabidus</i>	
Pré-oviposição (dias)	5,85 ± 0,15	A	5,5 ± 0,20	A
Oviposição (dias)	5,85 ± 1,83	A	7,7 ± 1,05	B
Pós-oviposição (dias)	1,55 ± 0,18	A	1,9 ± 0,27	A
Incubação (dias)	4,29 ± 0,03	A	4,20 ± 0,04	A
Posturas por fêmea (n ^o)	15,7 ± 1,62	A	7,45 ± 0,86	B
Ovos por fêmea (n ^o)	368,3 ± 43,40	A	169,7 ± 17,80	B
Ovos por postura (n ^o)	22,78 ± 0,67	A	24,21 ± 1,30	A
Viabilidade (%)	81,26 ± 1,55	A	79,92 ± 3,29	A
Ninfas por fêmea (n ^o)	300,5 ± 35,39	A	134,15 ± 15,00	B
Ninfas por postura (n ^o)	18,51 ± 0,64	A	19,74 ± 1,64	A
Longevidade de fêmeas (dias)	23,25 ± 1,98	A	19,1 ± 1,03	B

Variáveis	Tratamentos			
	<i>Brontocoris tabidus</i>		<i>Brontocoris tabidus</i> com <i>Podisus nigrispinus</i>	
Pré-oviposição (dias)	5,45 ± 0,16	B	6,6 ± 0,13	A
Oviposição (dias)	12,9 ± 1,32	A	3,35 ± 0,44	B
Pós-oviposição (dias)	2,7 ± 0,17	A	1,35 ± 0,10	B
Incubação (dias)	5,15 ± 0,03	A	5,11 ± 0,05	A
Posturas por fêmea (n ^o)	13,35 ± 1,20	A	3,95 ± 0,35	B
Ovos por fêmea (n ^o)	305,95 ± 32,40	A	110,95 ± 11,23	B
Ovos por postura (n ^o)	22,43 ± 1,13	B	28,61 ± 1,98	A
Viabilidade (%)	72,63 ± 1,89	A	61,25 ± 6,09	B
Ninfas por fêmea (n ^o)	212,25 ± 23,14	A	70,5 ± 10,22	B
Ninfas por postura (n ^o)	15,62 ± 0,92	A	18,04 ± 2,34	A
Longevidade de fêmeas (dias)	21,05 ± 1,43	A	11,3 ± 0,44	B

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem pelo teste “t”, a 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Parâmetros da tabela de vida (média \pm erro padrão) de *Podisus nigrispinus* e *Brontocoris tabidus* (Heteroptera: Pentatomidae) criados sozinhos ou juntos em *Eucalyptus cloeziana* no campo

Parâmetros	Tratamento			
	<i>Podisus nigrispinus</i>		<i>Podisus nigrispinus</i> com <i>Brontocoris tabidus</i>	
Taxa líquida de reprodução (R ₀)	182,67 \pm 26,01	A	73,45 \pm 9,34	B
Duração de uma geração (DG)	26,08 \pm 1,27	A	27,94 \pm 0,89	A
Tempo para duplicar a população (TD)	3,47 \pm 0,14	B	4,50 \pm 0,10	A
Razão finita de aumento (λ)	1,22 \pm 0,01	A	1,16 \pm 0,00	B
Razão infinitesimal de aumento (rm)	0,16 \pm 0,007	A	0,12 \pm 0,003	B

Parâmetros	<i>Brontocoris tabidus</i>			
	<i>Brontocoris tabidus</i>		<i>Brontocoris tabidus</i> com <i>Podisus nigrispinus</i>	
Taxa líquida de reprodução (R ₀)	152,36 \pm 19,50	A	46,15 \pm 5,64	B
Duração de uma geração (DG)	30,07 \pm 0,58	A	26,36 \pm 0,23	B
Tempo para duplicar a população (TD)	4,14 \pm 0,08	B	4,75 \pm 0,14	A
Razão finita de aumento (λ)	1,18 \pm 0,00	A	1,15 \pm 0,00	B
Razão infinitesimal de aumento (rm)	0,13 \pm 0,003	A	0,12 \pm 0,004	B

Médias seguidas de mesma letra, por linha, não diferem pelo test t a 5% de probabilidade.