

Implicações da proporção de fêmeas de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) sobre suas características reprodutivas e longevidade

Anderson Mathias Holtz¹, Leandro Pin Dalvi², Flávio Neves Celestino³, Dirceu Pratissoli², Alexandre Faria da Silva⁴, Johnatan Jair de Paula Marchiori¹

¹ Instituto Federal de Ensino, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Unidade Colatina, Campus Itapina, BR 259, Km 70, Itapina, CEP 29709-910, Colatina-ES, Brasil. E-mail: anderson.holtz@ifes.edu.br; johnatanmarchiori@gmail.com

² Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Produção Vegetal, Alto Universitário, CEP 29500-000, Alegre-ES, Brasil. Caixa Postal 16. E-mail: leandropin@yahoo.com.br; dirceu.pratissoli@gmail.com

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus Montanha, Rodovia ES-130 (Montanha x Vinhático), Km 01, Palhinha, CEP 29890-000, Montanha-ES, Brasil. E-mail: fncelestino@yahoo.com.br

⁴ Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Professora Cinobelina Elvas, BR 135, km 3, Bairro Planalto Horizonte, CEP 64900-000, Bom Jesus-PI, Brasil. E-mail: afsilva9@hotmail.com

RESUMO

Neste trabalho foram avaliados os parâmetros reprodutivos e a longevidade de *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae), sob diferentes proporções de fêmeas, visando otimizar a obtenção de indivíduos na criação para liberação deste predador no campo. O experimento foi conduzido num delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo testadas as seguintes proporções: 1 fêmea para 1 macho (1:1), 2 fêmeas para 1 macho (2:1), 3 fêmeas para 1 macho (3:1) e 4 fêmeas para 1 macho (4:1). Foram avaliados os parâmetros reprodutivos e a longevidade. O número de ovos por postura foi maior na proporção 1:1, apresentando 23,0 ovos por postura, diferindo das demais proporções estudadas. O número de ovos por fêmea decresceu significativamente em função do aumento da proporção de fêmeas, sendo que na proporção 1:1 a média de ovos por fêmea foi de 790,0 e caiu para 372,6 na proporção 4:1. Viabilidade dos ovos foi maior na proporção 1:1 (74,32%), apresentando redução significativa nas demais proporções. A longevidade das fêmeas apresentou significativa redução com o aumento da proporção. O aumento na proporção de fêmeas interfere negativamente nos parâmetros reprodutivos e na longevidade do predador *P. nigrispinus*, devendo ser considerada tanto na criação massal quanto na liberação deste no campo.

Palavras-chave: controle biológico, criação massal, inimigo natural, predador

Implications of the proportion of Podisus nigrispinus (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) females on their reproductive characteristics and longevity

ABSTRACT

This study evaluated the reproductive parameters and longevity of *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Hemiptera: Pentatomidae) under different proportions of females to optimize the obtaining of individuals in the rearing to release of this predator in the field. The experiment was conducted in a completely randomized design and tested the following proportions: 1 female to 1 male (1:1), 2 females to 1 male (2:1), 3 females to 1 male (3:1) and 4 females 1 for male (4:1). The reproductive parameters and longevity were evaluated. The number of eggs per egg mass was higher in the proportion 1:1 (23.0 eggs per egg mass), differing from the other proportions studied. The number of eggs per female decreased significantly due to the increase in the proportion of females. In the proportion 1:1 the average of eggs per female was 790.0 and fell to 372.6 in the proportion 4:1. Egg viability was highest in the proportion 1:1 (74.32%), with a significant reduction in the other proportions. The longevity of females decreased significantly with increasing proportion. The increase in proportion of female negatively interferes in the reproductive parameters and longevity of *P. nigrispinus*, should be considered both in mass rearing techniques how much in the release of this predator in the field.

Key words: biological control, mass rearing, natural enemies, predator

Introdução

Um dos grandes desafios dos entomólogos, desde a introdução do Manejo Integrado de Pragas (MIP) na agricultura visando reduzir o uso de inseticidas, tem sido marketing para aumentar o uso de inimigos naturais como um método de controle biológico (De Bortoli et al., 2011). Apesar de ser uma estratégia de controle de pragas antiga, o uso do controle biológico no Brasil tem sido limitado (Parra, 2014). Um dos meios para solucionar este problema é a produção destes agentes por técnicas de criação que garantam a qualidade destes inimigos naturais, bem como, o baixo custo, aumentando a eficiência do controle biológico no campo (Tauber et al., 2000; De Bortoli et al., 2011).

Diversos parâmetro de fertilidade e fecundidade tem de ser estudos para que tal qualidade venha a ser garantida (Lundgren, 2011; Oliveira et al., 2011; Vacari et al., 2013). Um dos parâmetros importantes tanto para a criação massal quanto para a liberação no campo visando o controle biológico é a razão sexual (Tabadkani et al., 2013). Na maioria das espécies de animais é geralmente aceito que há um número, aproximadamente, igual de ambos os sexos, esta tendência da razão sexual ser 0,5 foi bem definida pelas regras de Fisher (Omoloye, 2006; Tabadkani et al., 2013). Entretanto, razões sexuais tendenciosas têm sido constantemente observadas em diversos táxons (Hjernquist et al., 2009). Assim é importante conhecer o que tais alterações na razão sexual podem provocar nas populações de inimigos naturais, ou seja, quais seriam as consequências destas alterações (Godfray & Werren, 1996).

Dentre os inimigos naturais, os artrópodes predadores são importantes, pois podem controlar insetos e ácaros fitófagos (Symondson et al., 2002). Um dos insetos predadores com elevado potencial para uso no MIP em diversos agroecossistemas é a espécie *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae) (Torres et al., 2006). Este predador generalista é um importante regulador natural de pragas de uma variedade de culturas, tais como soja, algodão, eucalipto, tomate e crucíferas (Brassicaceae) (Torres et al., 2006; Ferreira et al., 2008; Vacari et al., 2013; Jesus et al., 2014). Este agente de controle biológico apresenta características de destaque, tais como, capacidade de dispersar a grandes distâncias em busca de presas, predação lagartas minadoras, sobrevive durante períodos de escassez de presas alimentando-se de plantas e adapta-se a diferentes temperaturas e presas (Medeiros et al., 2003; Torres et al., 2006; Holtz et al., 2009; 2011; Cunha et al., 2012; Vacari et al., 2013). Além disso, também pode apresentar em alguns casos de tolerância em relação aos inseticidas, aumentando a probabilidade de sucesso em programas de MIP (Zanuncio et al., 2011; Castro et al., 2012). Sendo assim, foram avaliados os parâmetros reprodutivos e a longevidade de *P. nigrispinus*, sob diferentes proporções de fêmeas, visando otimizar a obtenção de indivíduos na criação massal para liberação em campo em programas de controle biológico aplicado.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no setor de Entomologia do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre - ES, em câmara climatizada com temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Manutenção e multiplicação do predador *P. nigrispinus*

O predador *P. nigrispinus* foi obtido de criação massal do setor de entomologia do NUDEMAFI. Este foi criado em sala climatizada a $25 \pm 3^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Dez adultos de *P. nigrispinus* foram acondicionados em potes plásticos de 500 mL, fechados com tampas contendo tubos do “tipo de anestésico” tamponados com um chumaço de algodão embebido em água destilada para fornecimento de água e manutenção de umidade. O recipiente foi revestido interiormente com papel, para oviposição. *P. nigrispinus* foi alimentado diariamente com pupas de *Tenebrio molitor* L. (1758) (Coleoptera: Tenebrionidae) (Torres et al., 2006). As pupas de *T. molitor* foram obtidas a partir de uma criação alimentada com farelo de trigo e levedura de cerveja (5%). A dieta foi acondicionada em caixas plásticas (25 x 15 x 10 cm), forradas com papel para oviposição dos adultos (Zanuncio et al., 1994). Sobre a dieta foi colocado uma folha de papel e sobre estas fatias de chuchu (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) para complementar a alimentação.

Bioensaio

Na realização do experimento foram utilizados adultos recém emergidos (<24 horas) do predador, *P. nigrispinus*, oriundos da criação massal. O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo os tratamentos diferentes proporções de fêmeas: 1 fêmea para 1 macho (1:1), 2 fêmeas para 1 macho (2:1), 3 fêmeas para 1 macho (3:1) e 4 fêmeas para 1 macho (4:1). Cada tratamento foi composto por 15 repetições. Os insetos adultos foram acondicionados em potes plásticos de 500 mL, conforme citado anteriormente. Os ovos coletados foram transferidos para recipientes contendo um chumaço de algodão umedecido para fornecer umidade. Para cada tratamento foram avaliados o período de pré-oviposição, o número de posturas, o número de ovos por fêmea e por postura, a viabilidade dos ovos e a longevidade de fêmeas e machos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

O período de pré-oviposição, que é o intervalo de tempo necessário para a maturação dos óvulos, ou seja, da emergência da fêmea adulta à oviposição do primeiro ovo, foi maior na proporção 1:1 (fêmea: macho), 5,8 dias, em relação as demais proporções que variaram entre 4,4 e 4,7 dias (Figura 1A). A competição entre as fêmeas pode ter sido um fator que levaram estas a antecipar a maturação dos óvulos. Contudo, investigações futuras serão necessárias para que esta hipótese seja comprovada, onde uma relação maior de macho deverá ser avaliada, visando verificar o comportamento das fêmeas em tais condições. Pesquisa realizada por Rodrigues et al. (2008),

comprovaram a importância da presença do macho e indicou que o acasalamento múltiplo é um requisito para o sucesso reprodutivo de *P. nigrispinus*, devido a transferência de espermatozoides e o armazenamento de substâncias acessórias na espermateca da fêmea, o que reforça que poderá haver uma competitividade entre estas pelo macho, antecipando a maturação dos ovos.

O número de ovos por postura foi maior na proporção 1:1 (fêmea: macho), apresentando 23,0 ovos por postura (Figura 1B). Além disso, a proporção 2:1 (fêmea: macho), cujo número de ovos por postura foi de 19,6, foi superior as proporções 3:1 e 4:1, que apresentaram 15,2 e 11,8 ovos por postura, respectivamente (Figura 1B). Apesar da proporção de fêmeas ter influenciado no número de ovos por postura, o número de

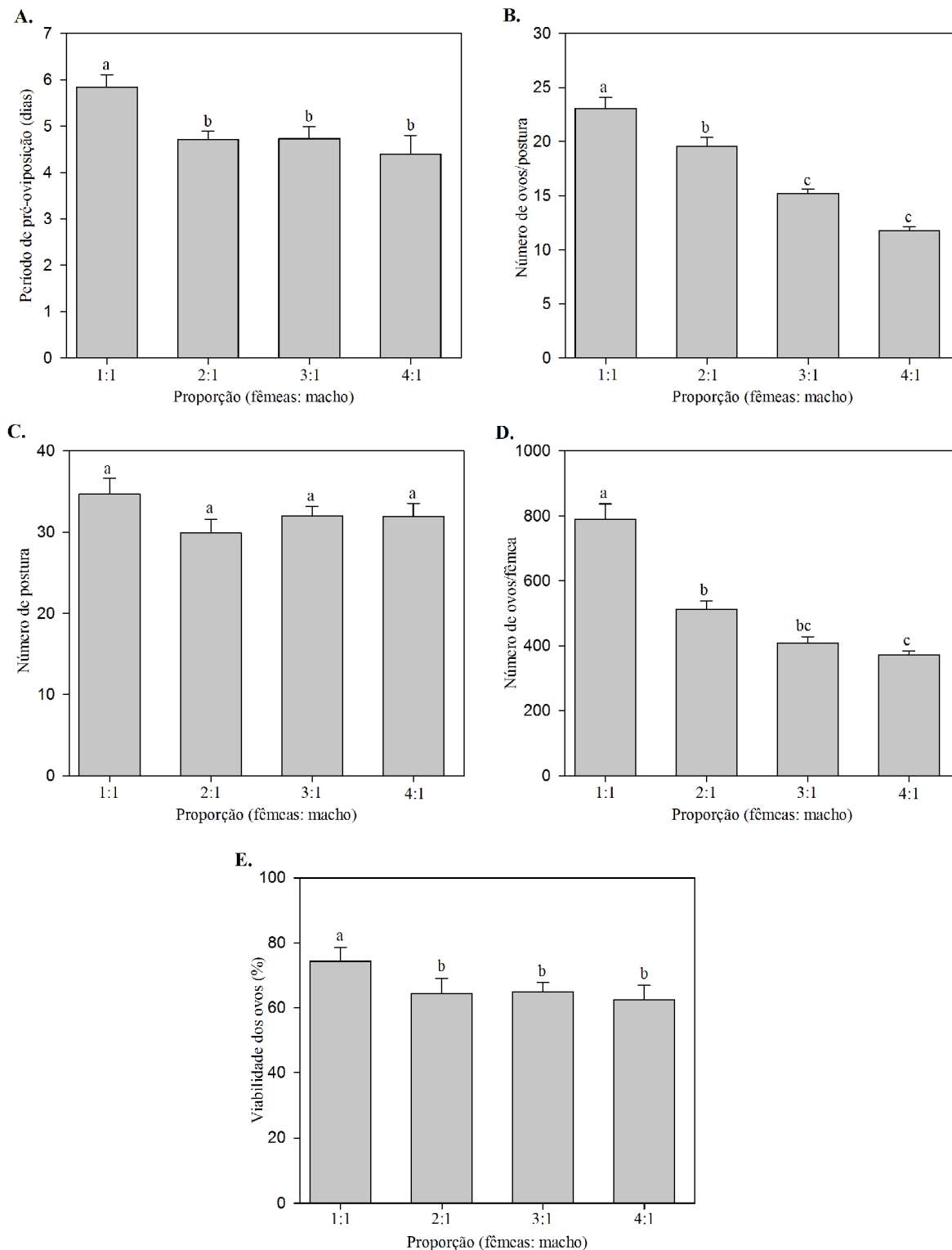


Figura 1. Interferência da proporção de fêmeas de *Podisus nigrispinus* no período de pré-oviposição (A), no número de ovos por postura (B), no número de posturas (C), no número de ovos por fêmea (D) e na viabilidade dos ovos (E). Barra sob diferentes letras diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% probabilidade

posturas não apresentou alteração devido à variação na relação entre o número de fêmeas por macho, com valores entre 29,9 e 34,7 posturas (Figura 1C). Contudo, o número de ovos por fêmea decresceu significativamente em função do aumento de fêmeas, sendo que na proporção 1:1 (fêmea: macho) a média de ovos por fêmea foi de 790,0 e caiu para 372,6 na proporção 4:1, cerca de 2 vezes menor (Figura 1D). Fica evidente por meio desta pesquisa que a proporção de fêmeas tem importância significativa nas características reprodutivas de *P. nigrispinus*, o que influenciará diretamente na criação massal desse inimigo natural em laboratório, bem como, poderá comprometer a eficiência deste no campo.

Tal evidência anteriormente relatada, provavelmente, está correlacionada com a contribuição nutricional do macho via espermatozoide para aumentar o sucesso reprodutivo das fêmeas (Sousa-Souto et al., 2006; Rodrigues et al., 2008). Fêmeas de *P. nigrispinus* acasaladas e individualizadas apresentaram intervalos mais longos entre posturas e diminuíram a fertilidade depois de produzir cerca de 200 ovos, indicando provável escassez de espermatozoides e, portanto, a necessidade de inseminações adicionais (Torres & Zanuncio, 2001). Além disso, o aumento na proporção de fêmeas pode ter reduzido o número de cópulas e aumentado o intervalo entre estas, o que provavelmente contribuiu para redução dos parâmetros reprodutivos. De acordo com Soares et al. (2011) fêmeas de *P. nigrispinus* iniciam a ovogênese e a maturação dos ovos logo após a emergência, entretanto, o acasalamento é um fator chave para manter a produção dos ovos e a oviposição. Assim sendo, numa elevada proporção de fêmeas este predador poderá não se acasalar com frequência necessária para atingir a máxima eficiência reprodutiva. Cabe ainda ressaltar, que na condição anteriormente citada, algumas fêmeas poderiam ter a reprodução comprometida baseado no fato que os machos, na sua primeira cópula, promovem nas fêmeas maior produção de ovos e ninfas, bem como, ovos maiores (Rodrigues et al., 2011). Além disso, segundo estes mesmos pesquisadores, ninfas oriundas da segunda postura de fêmeas acasaladas com machos de primeira cópula apresentaram desenvolvimento mais rápido e com maior viabilidade.

Outro parâmetro importante tanto para a manutenção do inimigo natural no campo quanto para sua criação massal é a viabilidade dos ovos. Este parâmetro foi maior na proporção 1:1 (fêmea: macho), com viabilidade dos ovos igual a 74,3%, diferindo das demais, que apresentaram valores entre 62,5 e 64,8% (Figura 1E). Um número mínimo de três acasalamentos antes da primeira postura permite uma otimização do sucesso reprodutivo de *P. nigrispinus* (Sousa-Souto et al., 2006), fato este que poderá ser dificultado numa elevada proporção de fêmeas. Fêmeas desse predador que acasalaram uma ou duas vezes apenas tiveram a viabilidade dos ovos reduzida em relação a fêmeas submetidas a maior número de cópulas (Sousa-Souto et al., 2006). Assim, uma razão sexual maior também poderá levar a uma depleção de esperma, uma vez que, tende a ocorrer menor número de acasalamento por fêmeas, sendo este, provavelmente, um fator determinante na redução da viabilidade dos ovos apresentada nesta pesquisa. Além disso, fêmeas de *P. nigrispinus* requerem longas cópulas para a transferência de espermatozoides, normalmente, entre 338 a 671 min, abaixo de 240 min tende a haver redução na viabilidade dos ovos (Rodrigues et al., 2009), desta forma, o aumento na proporção de fêmeas poderia diminuir o tempo de cópula, acarretando em redução da viabilidade dos ovos, o que ainda precisa ser comprovado em pesquisas futuras.

A longevidade das fêmeas apresentou significativa redução com o aumento da proporção de fêmeas (Figura 2A). Para a proporção 1:1 (fêmea: macho) a longevidade das fêmeas foi de 66,5 dias, diferindo das demais proporções que se mantiveram entre 39,5 e 45,8 dias (Figura 2A). Apesar do número de acasalamento não ter uma correlação negativa sobre a longevidade das fêmeas (Torres & Zanuncio, 2001), os resultados apresentados nestas pesquisas demonstraram que o aumento na proporção de fêmeas, ou seja, aumento no número de fêmeas por macho, também pode reduzir a longevidade destas.

A longevidade dos machos apresentou comportamento semelhante à das fêmeas, onde para a proporção 1:1 (fêmea: macho), os machos apresentaram longevidade de 71,2 dias, sendo significativamente menor nas demais proporções, que

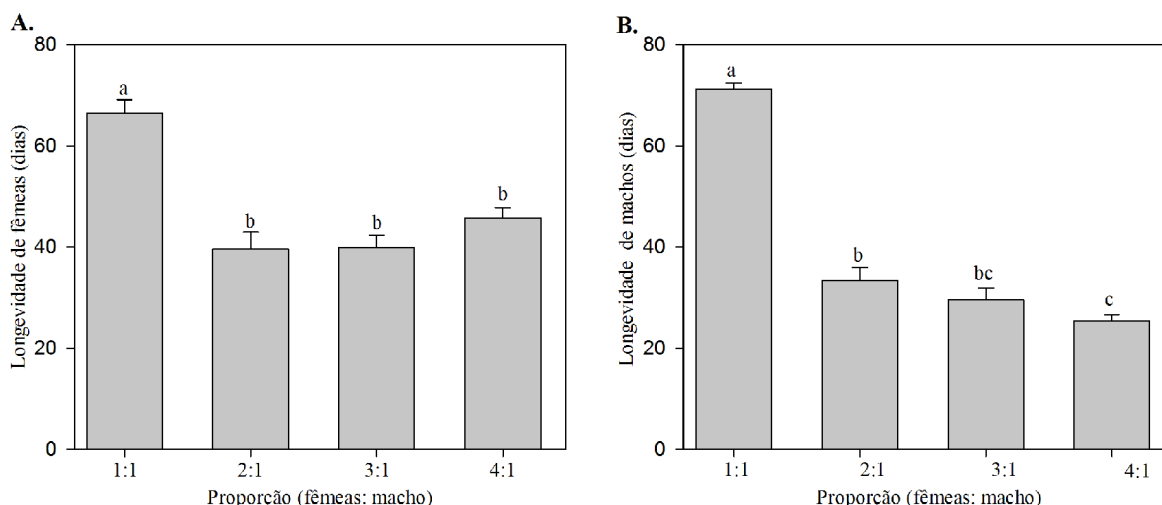


Figura 2. Interferência da proporção de fêmeas na longevidade de adultos de *P. nigrispinus*. Barra sob diferentes letras diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% probabilidade

apresentaram valores entre 25,4 e 33,4 (Figura 2B). Essa redução na longevidade dos machos de *P. nigrispinus*, provavelmente, pode estar correlacionada com o maior número de cópulas do macho em consequência do aumento na proporção de fêmeas. De acordo com Torres & Zanuncio (2001) machos não acasalados apresentaram longevidade superior a machos acasalados, 36,0 e 29,8 dias, respectivamente.

A alteração na proporção de fêmeas por macho poderá ter implicações na criação massal em laboratório e na utilização do predador *P. nigrispinus* no controle biológico de pragas, visto que, uma alta proporção de fêmeas tende a reduzir a eficiência desse predador em relação a seus aspectos reprodutivos e de longevidade. Assim sendo, uma criação massal com um número desproporcional de fêmeas e machos poderá reduzir a qualidade dos indivíduos produzidos e, conseqüentemente, comprometer criações futuras e/ou a liberação desses predadores no campo. No que diz respeito a liberação do predador *P. nigrispinus*, o uso desproporcional de fêmeas e machos poderá afetar a manutenção desse predador no campo, sendo necessárias novas liberações futuras no campo para que este se mantenha eficiente no controle de pragas, gerando um custo adicional de controle. Desta forma, tanto em pesquisa futura com *P. nigrispinus* quanto na liberação em campo deverá ser levado em consideração a proporção de fêmeas por macho, uma vez que, a não observação desse aspecto poderá comprometer o resultado final de pesquisas, bem como, o controle de pragas.

Conclusão

O aumento na proporção de fêmeas interfere negativamente nos parâmetros reprodutivos e na longevidade do predador *P. nigrispinus*, devendo ser considerada tanto na criação massal quanto na liberação deste no campo.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI) pelo apoio financeiro concedido para realização dessa pesquisa.

Literatura Citada

- Castro, A.A.; Lacerda, M.C.; Zanuncio, T.V.; Ramalho, F.S.; Polanczyk, R.A.; Serrão, J.E.; Zanuncio, J.C. Effect of the insect growth regulator diflubenzuron on the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). *Ecotoxicology*, v.21, n.1, p.96-103, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1007/s10646-011-0769-z>>.
- Cunha, F.M. da; Caetano, F.H.; Wanderley-Teixeira, V.; Torres, J.B.; Teixeira, Á.A.C.; Alves, L.C. Ultra-structure and histochemistry of digestive cells of *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) fed with prey reared on bt-cotton. *Micron*, v.43, n.2-3, p.245-250, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.micron.2011.08.006>>.
- De Bortoli, S.A. de; Otuka, A.K.; Vacari, A.M.; Martins, M.I.E.G.; Volpe, H.X.L. Comparative biology and production costs of *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) when fed different types of prey. *Biological Control*, v.58, n.2, p.127-132, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.04.011>>.
- Ferreira, J.A.M.; Zanuncio, J.C.; Torres, J.B.; Molina-Rugama, A.J. Predatory behaviour of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) on different densities of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. *Biocontrol Science and Technology*, v.18, n.7, p.711-719, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1080/09583150802271220>>.
- Godfray, H.C.J.; Werren, J.H. Recent developments in sex ratio studies. *Tree*, v.71, n.2, p.59-63, 1996. <[http://dx.doi.org/10.1016/0169-5347\(96\)81043-3](http://dx.doi.org/10.1016/0169-5347(96)81043-3)>.
- Hjernquist, M.B.; Hjernquist, K.A.T.; Forsman, J.T.; Gustafssona, L. Sex allocation in response to local resource competition over breeding territories. *Behavioral Ecology*, v.20, n.2, p.335-339, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1093/beheco/arp002>>.
- Holtz, A.M.; Almeida, G.D.; Fadini, M.A.M.; Zanuncio Jr., J.S.; Zanuncio, T.V.; Zanuncio, J.C. Survival and reproduction of *Podisus nigrispinus* (heteroptera: pentatomidae): effects of prey scarcity and plant feeding. *Chilean Journal of Agricultural Research*, v.69, n.3, p.468-472, 2009. <http://www.chileanjar.cl/files/V69_I3_2009_ENG_AndersonMathiasHoltz.pdf>. 16 Set. 2015.
- Holtz, A.M.; Almeida, G.D.; Fadini, M.A.M.; Zanuncio, J.C.; Zanuncio Jr., J.S.; Andrade, G.S. Phytophagy on eucalyptus plants increases the development and reproduction of the predator *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae). *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.33, n.2, p.231-235, 2011. <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v33i2.6152>>.
- Jesus, F.G. de; Boiça Junior, A.L.; Alves, G.C.S.; Zanuncio, J.C. Behavior, Development, and Predation of *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) Fed Transgenic and Conventional Cotton Cultivars. *Annals of the Entomological Society of America*, v.107, n.3, p.601-606, 2014. <<http://dx.doi.org/10.1603/AN13100>>.
- Lundgren, J.G. Reproductive ecology of predaceous Heteroptera. *Biological Control*, v.59, n.1, p.37-52, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.02.009>>.
- Medeiros, R.S.; Ramalho, F.S.; Serrão, J.E.; Zanuncio, J.C. Temperature influence on the reproduction of *Podisus nigrispinus*, a predator of the noctuid larva *Alabama argillacea*. *BioControl*, v.48, n.6, p.695-704, 2003. <<http://dx.doi.org/10.1023/A:1026395729902>>.
- Oliveira, H. N. de; Espindula, M. C.; Duarte, M. M.; Pereira, F. F.; Zanuncio, J. C. Development and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae) fed with *Thyrinteina arnobia* (Lepidoptera: Geometridae) reared on guava leaves. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.54, n.3, p.429-434, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132011000300001>>.
- Omoloye, A.A. Sex ratio bias in the F1 adult progeny of African rice gall midge, *Orseolia oryzivora* H. and G. (Dipt., Cecidomyiidae). *Journal of Applied Entomology*, v.130, n.6-7, p.349-355, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0418.2006.01077.x>>.

- Parra, J.R.P. Biological Control in Brazil: An overview. *Scientia Agricola*, v.71, n.5, p.345-355, 2014. <<http://dx.doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0167>>.
- Rodrigues, A.R.S.; Serrão, J.E.; Teixeira, V.W.; Torres, J.B.; Teixeira, A.A.C. Spermatogenesis, changes in reproductive structures, and time constraint associated with insemination in *Podisus nigrispinus*. *Journal of Insect Physiology*, v.54, n.12, p.1543-1551, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jinsphys.2008.09.003>>.
- Rodrigues, A.R.S.; Torres, J.B.; Ramos Filho, I.T. Status de Acasalamento do Macho Influencia a História de Vida do Predador *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Hemiptera: Pentatomidae). *Arquivos do Instituto Biológico*, v.78, n.2, p.331-334, 2011. <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v33i4.6694>>.
- Rodrigues, A.R.S.; Torres, J.B.; Siqueira, H.A.A.; Teixeira, V.W. *Podisus nigrispinus* requer cópulas longas para o sucesso reprodutivo. *Neotropical Entomology*, v.38, n.6, p.746-753, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2009000600007>>.
- Soares, M.A.; Batista, J.D.; Zanuncio, J.C.; Lino-Neto, J.; Serrão, J.E. Ovary development, egg production and oviposition for mated and virgin females of the predator *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae). *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.33, n.4, p.597-602, 2011. <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v33i4.6694>>.
- Sousa-Souto, L.; Evangelista Júnior, W.S.; Lima, E.R.; Zanuncio, J.C.; Fonseca, M. das G. Sperm Depletion: A Cost for Single Mated Females of *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.49, n.6, p.923-926, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132006000700009>>.
- Symondson, W.O.C.; Sunderland, K.D.; Greenstone, M.H. Can generalist predators be effective biocontrol agents? *Annual Review of Entomology*, v.47, p.561-594, 2002. <<http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145240>>.
- Tabadkani, S.M.; Ashouri, A.; Rahimi-Alangi, V.; Fathi-Moghaddam, M. When to estimate sex ratio in natural populations of insects? A study on sex ratio variations of gall midges within a generationens. *Entomological Science*, v.16, n.1, p.54-59, 2013. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1479-8298.2012.00537.x>>.
- Tauber, M.J.; Tauber, C.; Daane, K.M.; Hagggen, K.S. Commercialization of predators: recent lessons from green lacewing (Neuroptera: Chrysopidae). *American Entomologist*, v.26, n.1, p.26-38, 2000. <<http://dx.doi.org/10.1093/ae/46.1.26>>.
- Torres, J.B., Zanuncio, J.C.; Moura, M.A. The predatory stinkbug *Podisus nigrispinus*: biology, ecology and augmentative releases for lepidoperan larval control in *Eucalyptus* in Brazil. *Biocontrol News and Information*, v.15, n.1, p.1-16, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1079/pavsnr20061015>>.
- Torres, J.B.; Zanuncio, J.C. Effects of sequential mating by males on reproductive output of the stinkbug predator, *Podisus nigrispinus*. *BioControl*, v.46, n.4, p.469-480, 2001. <<http://dx.doi.org/10.1023/A:1014175507239>>.
- Vacari, A.M.; Bortoli, S.A. de; Goulart, R.M.; Volpe, H.X.L.; Otuka, A.K.; Veiga, A.C.P. Comparison of Eggs, Larvae, and Pupae of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) as Prey for *Podisus nigrispinus* (Hemiptera: Pentatomidae). *Annals of the Entomological Society of America*, v.106, n.2, p.235-242, 2013. <<http://dx.doi.org/10.1603/AN11190>>.
- Zanuncio, J.C.; Alves, J.B.; Zanuncio, T.V.; Garcia, J.F. Hemipterous predators of eucalypt defoliator caterpillars. *Forest Ecology and Management*, v.65, n.1, p.65-73, 1994. <[http://dx.doi.org/10.1016/0378-1127\(94\)90258-5](http://dx.doi.org/10.1016/0378-1127(94)90258-5)>.
- Zanuncio, J.C.; Jusselino-Fillho, P.; Ribeiro, R.C.; Zanuncio, T.V.; Ramalho, F.S.; Serrão, J.E. Hormetic responses of a stinkbug predator to sublethal doses of pyrethroid. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, v.87, n.6, p.608-614, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1007/s00128-011-0405-x>>.