

Modulação da razão sexual de *Campoletis flavicincta* (Hymenoptera: Ichneumonidae) em criação artificial

Leandro do Prado Ribeiro¹, Sônia Thereza Bastos Dequech², Rogério Fernando Pires da Silva³ e Lidia Mariana Fiuza⁴

Resumo - O objetivo do presente estudo foi avaliar procedimentos de criação capazes de alterar a razão sexual de *Campoletis flavicincta* (Hym., Ichneumonidae) em criações massais. Para isso, casais de *C. flavicincta*, com idade conhecida, foram individualizados e mantidos em condições controladas. Aos parasitoides foram ofertadas lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lep., Noctuidae) nos seguintes procedimentos de criação, com referência, entre parêntesis, à razão sexual obtida: casais formados 24 horas antes de serem ofertadas as lagartas (0,18) e sem que houvesse período prévio (0,20); oferta de lagartas de 2^o (0,19) ou 3^o instar (0,18); e idade das fêmeas dos casais de parasitoides: 0-2 dias (0,19), entre 3-6 dias (0,22), de 7-10 dias (0,20) e com idade superior a 10 dias (0,13), sem, contudo, ocorrer diferença significativa entre os tratamentos. Ensaio complementar foi realizado, reunindo-se as condições que propiciaram uma maior proporção de fêmea: casais formados no momento da oferta, oferta de lagartas de 2^o instar de *S. frugiperda* e as fêmeas do parasitoide com idade entre 3-6 dias. Nessas condições, registrou-se razão sexual média de 0,41, sem que fossem alteradas as características biológicas do parasitoide.

Termos de indexação: *Spodoptera frugiperda*, parasitoides, criação massal, controle biológico.

Sexual ratio modulation of *Campoletis flavicincta* (Hymenoptera: Ichneumonidae) in artificial rearing

Abstract - The objective of the present study was to evaluate laboratorial proceedings able to modify the sexual ratio of *Campoletis flavicincta* (Hym., Ichneumonidae) in mass rearing. Couples of *C. flavicincta*, with known age, had been individualized and kept in controlled conditions. Larvae of *Spodoptera frugiperda* (Lep., Noctuidae) were offer to the parasitoids, in the following proceedings of rearing, with reference, between parenthesis, to the obtained sexual ratio: couples formed 24 hours before being larvae offered (0,18) and without that previous period (0,20); offering larvae of 2nd (0,19) or 3rd instar (0,18); and female age from the parasitoids couples: 0-2 days (0,19), between 3-6 days (0,22), from 7-10 days (0,20) and higher than 10 days (0,13). The results did not differ significantly by chi-square test at 5% significance. A complementary assay was carried out, congregating the conditions that had propitiated the higher absolute ratios of females: pairs formed at the moment of larvae offering, larvae of 2nd instar of *S. frugiperda* and parasitoid females with age between 3 to 6 days. In these conditions, an average sexual ratio of 0,41 was obtained, without modifying the parasitoid biological characteristics.

Index terms: *Spodoptera frugiperda*, parasitoids, mass rearing, biological control.

Introdução

Campoletis flavicincta (Ashmead) (Hymenoptera: Ichneumonidae) é um dos principais parasitoides da lagarta-do-cartucho-do-milho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) (DEQUECH et al., 2004; FIGUEIREDO et al., 2006; FIGUEIREDO et al., 2011). Esse parasitoide contribui significativamente para o controle biológico natural e equilíbrio das popula-

ções dessa espécie, considerada a principal espécie-praga da cultura do milho (DEQUECH et al., 2013; RIBEIRO et al., 2014).

Os adultos de *C. flavicincta* acasalam somente uma vez, logo após a emergência. Os ovos são inseridos no interior do corpo de lagartas de instares iniciais, com emergência de apenas um indivíduo por hospedeiro (PATEL & HABIB, 1987). *Campoletis* sp. está incluído entre os parasitoides que realizam parte-

nogênese facultativa, sendo que os ovos fertilizados são diploides e originam fêmeas, enquanto ovos não fertilizados são haplóides, originando machos (arrenotoquia). O sexo do parasitoide é determinado durante a oviposição e o estímulo para que a espermateca libere espermatozoides no oviduto vem geralmente de condições externas (DOUTT, 1959). Bergerard (1972) salienta que a ação de fatores externos na determinação dos sexos é muito complexa.

Recebido em 7/6/2016. Aceito para publicação em 15/5/2017.

¹ Engenheiro-agrônomo, Dr. em Entomologia, Epagri/Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar, e-mail: leandroribeiro@epagri.sc.gov.br.

² Bióloga, Dra. em Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – professora aposentada.

³ Engenheiro-agrônomo, Dr. em Entomologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – professor aposentado.

⁴ Engenheira-agrônoma, Dra. em Ciências Agrônomicas, Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA).

Este aspecto torna-se particularmente importante em criações de laboratório, onde geralmente ocorre aumento na proporção de machos.

Entre os fatores que podem alterar a proporção sexual está a idade do hospedeiro. Lingren et al. (1970), ao avaliarem o parasitismo de *Campoletis perdinctus* (Viereck) (Hym., Ichneumonidae) em lagartas de *S. frugiperda* com um a oito dias de idade, destacaram que a melhor proporção sexual (1,5 fêmea: 1 macho) foi obtida aos dois dias, sendo que nos demais houve sempre predomínio de machos. Por sua vez, Hoelscher & Vinson (1971) salientam que a proporção de machos de *C. perdinctus* é geralmente maior que a de fêmeas, tanto em insetos provenientes do campo, quanto em criações de laboratório. Esses autores concluíram que a fotofase deve ser de 12 horas e o acasalamento realizado cerca de 33 horas após a emergência para obter uma maior proporção de fêmeas.

Outros fatores podem alterar a proporção sexual de *Campoletis chloridae* Uchida (Hym., Ichneumonidae) sobre *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lep., Noctuidae), como a densidade do hospedeiro (KUMAR et al., 2000) e a presença ou ausência de parasitoides machos (PANDEY et al., 2004). Patel & Habib (1987), ao avaliarem o parasitismo por *C. flavicincta*, obtiveram os melhores resultados quando foram oferecidas lagartas de *S. frugiperda* de segundo ínstar, com 61,18% de parasitismo. Contudo, nesse ínstar, a proporção foi de 1 fêmea: 22 machos. Esses autores relatam que a melhor proporção foi obtida quando oferecidas lagartas de quarto ínstar (1:1,4), seguido pelo terceiro ínstar (1:3,8), sendo que o primeiro ínstar resultou em proporção de 1:4,7. Isehour (1985) observou que lagartas de *S. frugiperda* de terceiro ínstar são preferidas para o parasitismo por *Campoletis sonorensis* (Cameron) (Hym., Ichneumonidae) quando comparadas com de primeiro e de segundo ínstares.

Para maximizar a produção de fêmeas de *C. flavicincta*, Neto et al. (2005)

recomendam iniciar a oferta de lagartas de *S. frugiperda* três ou quatro dias após a emergência de fêmeas do parasitoide. Cruz et al. (1995) obtiveram maiores valores de razão sexual quando as fêmeas de *C. flavicincta* encontravam-se com idade entre 10 e 15 dias. A razão sexual média obtida pelos autores foi de 0,15. Diante desse contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar procedimentos capazes de alterar a razão sexual de *C. flavicincta* em criação artificial, em prol da geração de uma maior proporção de fêmeas.

Material e métodos

Todas as etapas do estudo foram conduzidas em câmara climatizada ($25 \pm 1^\circ\text{C}$, $65 \pm 10\%$ U.R. e fotofase de 12h). A população de *S. frugiperda* utilizada no estudo foi mantida em dieta artificial proposta por Poitout & Bues (1970), sendo os adultos alimentados com solução de mel a 10% (p/p) e mantidos em gaiolas de PVC (20cm de altura e 10cm de diâmetro) para acasalamento e oviposição. Os parasitoides adultos, por sua vez, foram mantidos isolados em frascos (casulos individualizados) e alimentados com solução de mel a 10% (p/p) dispostos em pequenos pontos dispersos sobre as paredes dos frascos. Ambas as populações foram obtidas a partir de coletas realizadas em lavouras de milho estabelecidas na Estação Experimental do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), em Cachoeirinha, RS.

As observações experimentais foram realizadas a partir da oferta de 20 lagartas a cada casal do parasitoide (considerada uma repetição) em frascos de vidro fechados (11cm de altura por 7cm de diâmetro) por 24 horas. Para a alimentação das lagartas foram utilizadas porções de dieta e, para os parasitoides, solução de mel a 10% (p/v) dispostos sobre as paredes dos frascos. Após o período de exposição, as lagartas foram individualizadas em tubos de vidro (9cm de altura e 2,5cm de diâmetro) contendo dieta artificial e avaliadas até a formação das pupas ou a obtenção

dos parasitoides.

Para averiguar a influência do momento de formação dos casais de parasitoides, comparou-se a razão sexual obtida de casais formados 24 horas antes da oferta de lagartas com casais formados no momento da oferta. Para isso, utilizaram-se indivíduos obtidos de criação laboratorial, que foram separados por sexo (casulos individualizados) visando evitar cópulas prévias.

A razão sexual resultante do parasitismo de *C. flavicincta* em diferentes idades do hospedeiro foi realizada comparando-se a razão sexual dos parasitoides emergidos de lagartas de *S. frugiperda* que, no momento da oferta, estavam no segundo ou no terceiro ínstares. No experimento seguinte foram comparadas as razões sexuais resultantes de fêmeas de diferentes idades no momento da oferta de lagartas de segundo ínstar.

A partir dos resultados dos experimentos descritos anteriormente, foi realizado um ensaio complementar, quando foram aplicadas apenas as condições que permitiram a emergência de uma maior proporção de fêmeas. Além da razão sexual resultante, nesse ensaio também foram avaliados os períodos necessários para a formação do casulo (pupa) e para a emergência do parasitoide adulto, além da longevidade de machos e fêmeas.

Os resultados obtidos nos diferentes experimentos foram analisados por meio do teste estatístico do qui-quadrado, ao nível de 5% de significância.

Resultados e discussão

Foram obtidos 278 parasitoides, oriundos de larvas expostas a 57 casais do parasitoide formados em torno de 24 horas antes da exposição, e 530 parasitoides oriundos de larvas expostas a 111 casais formados no momento da exposição. Quando houve um período anterior à formação dos casais, a razão sexual foi de 0,18. Por outro lado, quando não houve período prévio, a razão sexual foi de 0,20. Ambas as situações ►

não apresentaram diferença significativa.

Considerando o ínstar das lagartas ofertadas, não foi observada diferença significativa entre as razões sexuais obtidas nos dois ínstaes avaliados. A razão sexual observada a partir de lagartas de segundo ínstar foi de 0,19, para 680 insetos obtidos a partir de 127 exposições. Em lagartas de terceiro ínstar, a razão sexual foi de 0,18, para 149 parasitoides obtidos de 36 exposições. A razão resultante de lagartas de segundo ínstar foi distinta daquela obtida por Patel & Habib (1987), que foi de 0,04. Considerando as lagartas de terceiro ínstar, os valores estão mais próximos, sendo que os referidos autores obtiveram uma razão sexual de 0,21.

Analisando as diferentes idades das fêmeas dos casais de parasitoides, os resultados foram: fêmeas de 0-2 dias, razão sexual de 0,19 e proporção de 1 fêmea: 4,2 machos (21 exposições); entre 3-6 dias, 0,22 e proporção de 1: 3,6 (47); de 7-10 dias, de 0,20 e proporção de 1: 4,0 (32); e para fêmeas com idade superior a 10 dias, 0,13 e 1: 6,5 (27). Esses resultados não apresentaram diferença significativa, diferentemente da tendência relatada por Neto et al. (2005), que constataram que a razão sexual aumentou com a idade da fêmea, até um máximo de 8,5 e 9,3 dias, quando, então, passou a decrescer. No entanto, isso diverge de Cruz et al. (1995), que verificaram valores de razão sexual entre 0,2 e 0,3 quando as fêmeas de *C. flavicincta* encontravam-se na fase média de vida (10-15 dias de idade).

Os dados obtidos nos três ensaios descritos mostraram que não foi possível observar influência isolada de cada

fator estudado na modulação da razão sexual de *C. flavicincta*. Assim, foi realizado um experimento complementar utilizando-se as seguintes condições de criação que permitiram uma maior razão sexual: oferta de lagartas de segundo ínstar, idade das fêmeas entre 3 e 6 dias e casais formados no momento da oferta de lagartas. Nessas condições, 117 casais foram avaliados, originando 376 machos e 259 fêmeas, com os valores variáveis de razão sexual conforme apresentado na Figura 1. A razão sexual média foi de 0,41 (proporção de 1 fêmea:1,4 macho), praticamente o dobro daquela obtida nos ensaios anteriores.

Ainda sob as mesmas condições de

criação, foram obtidos os dados sobre a biologia de *C. flavicincta* (Tabela 1). Para as fases jovens, foram considerados conjuntamente machos e fêmeas, em função de análise estatística preliminar ter indicado não haver diferença significativa entre sexos. A duração média do período de incubação e larval foi de 11,08 dias, variando entre 8 e 19 dias. A duração média da fase de pupa foi de 7,69 dias, com variação entre 5 e 11 dias. O valor médio do ciclo ovo-adulto foi de 18,77 dias, variando entre 14 e 28 dias.

Na aferição da longevidade média dos insetos adultos, foram considerados apenas aqueles indivíduos que não

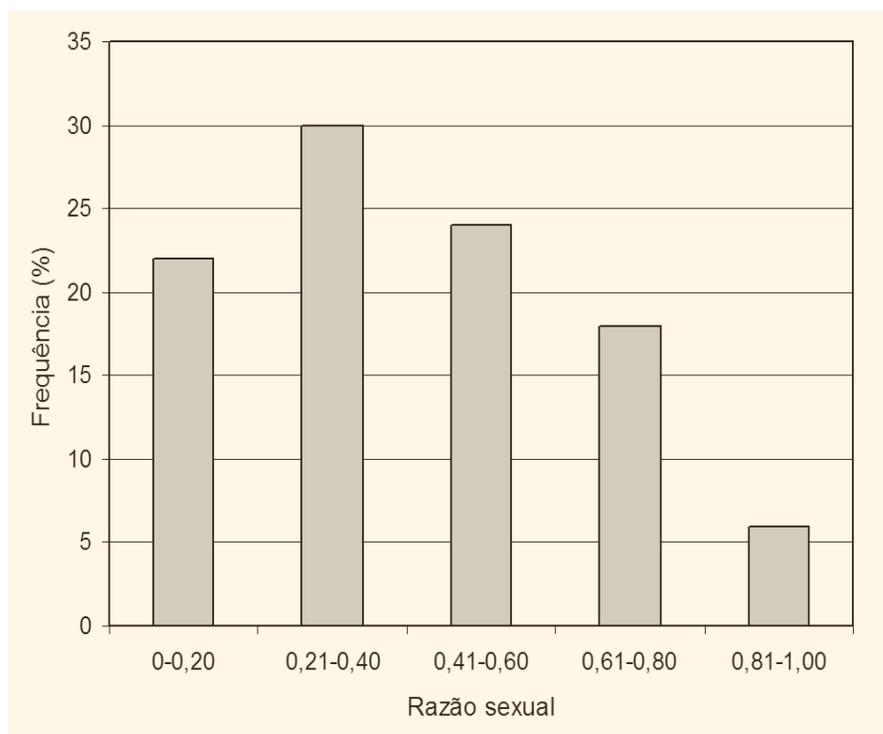


Figura 1. Frequência da razão sexual de *Campoletis flavicincta* oriundos da oferta de lagartas de segundo ínstar de *Spodoptera frugiperda* a casais formados no momento da oferta, com fêmeas do parasitoide com idade entre 3 e 6 dias (25 ± 1°C, 65 ± 10% UR, fotofase de 12h)

Tabela 1. Aspectos biológicos de *Campoletis flavicincta* em condições controladas (25 ± 1°C, 65 ± 10% UR, fotofase de 12h)

	Duração			Longevidade	
	ovo-larva	pupa	ovo-adulto	machos	fêmeas
Observações (nº)	560	560	560	441	205
Média (dias) E.P.	11,08 ± 0,07	7,69 ± 0,04	18,77 ± 0,09	14,29 ± 0,38	16,95 ± 0,59

E.P.= erro padrão

foram utilizados para a formação de casais. Entre os machos, a longevidade média foi de 14,29 dias, com variação entre 1 e 37 dias e, entre as fêmeas, foi de 16,95 dias, variando entre 2 e 36 dias.

Os valores obtidos referentes ao desenvolvimento embrionário-larval, pupal e ciclo ovo-adulto assemelham-se aos obtidos por Cruz et al. (1995). Por outro lado, as longevidades médias de machos e fêmeas foram intermediárias àquelas obtidas por esses autores (29,3 e 23,3 dias, respectivamente) e por Patel & Habib (1987), que obtiveram longevidade média dos machos de 8,6 dias e das fêmeas de 9,36 dias.

Ishenhour (1986), trabalhando com *C. sonorensis* (anteriormente *C. perdinctus*), obteve, em média, 10,9 dias para o desenvolvimento embrionário-larval e 8,5 dias para o período pupal, perfazendo um ciclo de 18,4 dias, valores esses próximos aos obtidos no presente estudo. Assim sendo, as condições de criação adotadas no ensaio complementar foram adequadas para a criação artificial de *C. flavicincta*.

Conclusão

Para criações artificiais de *C. flavicincta*, maior razão sexual é obtida obedecendo-se às seguintes condições: oferta de lagartas de segundo ínstar de *S. frugiperda* a casais formados no momento da oferta, com fêmeas de idade entre 3 e 6 dias.

Referências

BERGERARD, J. Environmental and physiological control of sex determination and differentiation. **Annual Review of Entomology**, v.17, p.57-74, 1972.

CRUZ, I.; LIMA, D.A.N.; FIGUEIREDO, M.L.C.; VALICENTE, F.H. Aspectos biológicos do parasitóide *Campoletis flavicincta* (Ashmead) criados em lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Smith). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.24, n.2, p.201-208, 1995.

DEQUECH, S.T.B.; CAMERA, C.; STURZA,

V.S.; RIBEIRO, L.P.; QUERINO, R.B.; PONCIO, S. Population fluctuation of *Spodoptera frugiperda* eggs and natural parasitism by *Trichogramma* in maize. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.35, n.3, p.295-300, 2013.

DEQUECH, S.T.B.; SILVA, R.F.P.; FIUZA, L.M. Ocorrência de parasitoides de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lep.: Noctuidae) em lavouras de milho em Cachoeirinha, RS. **Ciência Rural**, v.34, n.4, p.1235-1237, 2004.

DOUTT, R.L. The biology of parasitic Hymenoptera. **Annual Review of Entomology**, v.4, p.161-182, 1959.

FIGUEIREDO, M.L.C.; MARTINS-DIAS, A.M.P.; CRUZ, I. Associação entre inimigos naturais e *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.3, p.400-408, 2006.

FIGUEIREDO, M.L.C.; CRUZ, I.; SILVA, R.B.; REDOAN, A.C.M. Ocorrência de parasitoides da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em municípios de Minas Gerais, Brasil. **Cadernos de Agroecologia**, v.6, n.2, p.1-6, 2011.

HOELSCHER, C.E.; VINSON, S.B. The sex ratio of a hymenopterous parasitoid, *Campoletis perdinctus*, as affected by photoperiod, mating and temperature. **Annals of the Entomological Society of America**, v.64, n.6, p.1373-1376, 1971.

ISENHOOR, D.J. *Campoletis sonorensis* (Hym.: Ichneumonidae) as a parasitoid of *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae): host stage preference and functional response. **Entomophaga**, v.30, n.1, p.31-36, 1985.

ISENHOOR, D.J. Developmental time, adult reproductive capability, and longevity of *Campoletis sonorensis* (Hymenoptera: Ichneumonidae) as a parasitoid of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.79, n.6, p. 893-897, 1986.

KUMAR, N.; KUMAR, A.; TRIPATHI, C.P.M. Sex ratio of *Campoletis chlorideae* Uchida in response to *Helicoverpa armigera* (Hubner)

density. **Insect Science and its Application**, v.20, n.1, p.73-76, 2000.

LINGREN, P.D.; GUERRA, R.F.; NICKELSEN, J.W.; WHITE, C. Hosts and host-age preference of *Campoletis perdinctus*. **Journal of Economic Entomology**, v.63, n.2, p.518-522, 1970.

NETO, F.C.M.; ZANUNCIO, J.C.; CRUZ, I.; GUEDES, R.N.C.; PICANÇO, M.C. Progeny production and parasitism by *Campoletis flavicincta* (Hym.: Ichneumonidae) as affected by female ageing. **Biological Agriculture and Horticulture**, v.22, n.4, p.369-378, 2005.

PANDEY, P.; KUMAR, N.; TRIPATHI, C.P.M. Impact of males on the progeny sex ratio of *Campoletis chlorideae* (Hym., Ichneumonidae), a parasitoid of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lep., Noctuidae). **Journal of Applied Entomology**, v.128, p.254-257, 2004.

PATEL, P.N. **Estudos de fatores bióticos de controle natural em populações de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 1981. 98f. Dissertação (Mestrado em Biologia (Ecologia)) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1981.

PATEL, P.N.; HABIB, M.E.M. Biological studies on *Campoletis flavicincta* (Asmead, 1890) (Hym., Ichneumonidae), an endoparasite of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Abbot & Smith, 1797) (Lepid., Noctuidae). **Journal of Applied Entomology**, v.104, p.28-35, 1987.

POITOUT, S.; BUES, R. Elevage de plusieurs espèces de Lépidoptères Noctuidae sur milieu artificiel riche et sur milieu artificiel simplifié. **Annales de Zoologie Ecologie Animale**, v.2, n.1, p.71-91, 1970.

RIBEIRO, L.P.; DEQUECH, S.T.B.; CAMERA, C.; STURZA, V.S.; PONCIO, S.; VENDRAMIM, J.D. Vertical and temporal distribution of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) egg masses, parasitized and non-parasitized, on maize plants. **Maydica**, v.59, p.1-6, 2014. ■