

BIOLOGIA, EXIGÊNCIAS TÉRMICAS E DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE GERAÇÕES DE *Fopius arisanus* (HYM.: BRACONIDAE) CRIADOS EM *Ceratitis capitata* (DIP.: TEPHRITIDAE)

CAMILA SALGADO LEMKE¹; MARTIN ZANCHETT GROTH²; DANIEL BERNARDI³; ALCI ENIMAR LOECK⁴; SANDRO DANIEL NORNBERG⁵; DORI EDSON NAVA⁶

¹Universidade Federal de Pelotas - UFPel - camilalemke9@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas - UFPel - martinzg07@hotmail.com,

³Universidade Federal de Pelotas - UFPel - dbernardi2004@yahoo.com.br

⁴Universidade Federal de Pelotas - UFPel - alcienimar@yahoo.com.br

⁵Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA sandro.nornberg@partamon.com

⁶Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA - dori.edson-nava@embrapa.br

1. INTRODUÇÃO

Fopius arisanus (Sonan) (Hymenoptera: Braconidae) é um parasitoide de ovos e larvas de primeiro instar que está sendo utilizado em programas de controle biológico de *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) no Havaí, EUA (MANOUKIS et al., 2011). No Brasil, *F. arisanus* foi importado em 2012 para o controle biológico de *Bactrocera carambolae* (Drew & Hancock) (Diptera: Tephritidae), praga quarentenária presente nos estados do Amapá, Pará e Roraima. Embora *F. arisanus* apresente preferência para parasitar em ovos e larvas de moscas-das-frutas do gênero *Bactrocera*, estudos indicam que o mesmo também utiliza *C. capitata* para sua multiplicação (BOKONON-GANTA et al., 2007). Este parasitoide, além de ser utilizado em liberações inoculativas, também possui potencial para ser utilizado em liberações inundativa.

No Brasil, o controle de moscas-das-frutas tem sido realizado com a utilização de inseticidas fosforados. Entretanto, nos últimos anos tem aumentado o uso de formulações a base de iscas tóxicas, com o intuito de reduzir as aplicações de inseticidas em área total e pela exigência dos mercados consumidores de frutas por alimentos livres de produtos químicos (NAVA; BOTTON, 2010). Estas razões tem contribuído para o aumento do uso do controle biológico de tefritídeos-praga, especialmente com parasitoides.

No entanto, para que o controle biológico seja eficiente é necessário estudar algumas variáveis meteorológicas, a exemplo da temperatura, pois esta pode afetar seu desenvolvimento, sobrevivência e a reprodução dos parasitoides, assim como, influenciar diretamente a capacidade de parasitismo como demonstrado o parasitoide de moscas-das-frutas *Doryctobracon brasiliensis* (Szépligeti) (Hymenoptera: Braconidae) (PONCIO et al., 2016). Desta forma, conhecer o desempenho de *F. arisanus* em diferentes condições térmicas é essencial para otimizar a sua criação em laboratório e auxiliar na liberação em condições de campo. Assim, o objetivo do presente trabalho foi conhecer o efeito de diferentes temperaturas no desenvolvimento de *F. arisanus* e determinar suas exigências térmicas quando criado em *C. capitata*.

2. METODOLOGIA

A mosca-das-frutas *C. capitata* e o parasitoide *F. arisanus* foram criados em salas climatizadas com temperatura de 25 ± 2 °C, umidade relativa do ar (UR) de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Ovos de *C. capitata* (≈ 7.500 ovos) com 24 h de idade obtidos da criação de manutenção foram depositados sobre um pedaço de papel filtro (4 cm de diâmetro) sobreposto a um pano esponja (Spontex®) (4 cm de diâmetro) e acondicionados no interior de placas de acrílico (4 cm de diâmetro x 0,2 cm de altura). Posteriormente, placas (1 placa/gaiola) foram colocadas centralizadas no interior de gaiolas plásticas (23 cm largura x 27 cm comprimento x 40 cm altura) contendo adultos de *F. arisanus* (± 300 fêmeas e 100 machos) em uma proporção de 25 a 30 ovos/fêmea no 13º dias de idade, para o parasitismo. Após 6 h de exposição, as placas foram retiradas das gaiolas e, com auxílio de um pincel fino, foram coletados de forma aleatória 50 ovos. Em seguida, estes ovos foram inoculados em dieta artificial (25 mL) em potes plásticos (50 mL) onde ocorreu o desenvolvimento larval. Os potes foram acondicionados em câmaras climatizadas nas temperaturas de 15, 18, 20, 22, 25, 28, 30 e 32 °C, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h. Após o aparecimento das primeiras pupas de cada tratamento, os insetos foram retirados da dieta artificial e com auxílio de uma peneira (malha de 0,2 mm) e água corrente foram transferidas para recipientes de acrílico (2,5 cm de diâmetro x 4,5 cm de altura) contendo uma camada de vermiculita extrafina (1 cm) onde ocorreu a pupação. Diariamente, os pupários foram observados para determinar a emergência dos adultos. Os pupários que estavam íntegros procedeu-se a dissecação com auxílio de pinça e microscópio estereoscópico para verificar a taxa real de parasitismo.

Os parâmetros biológicos avaliados foram: i) duração do período ovo-adulto (dias); ii) número de descendentes (ND) obtido pela equação: ND = número de parasitoides emergidos + número de parasitoides não emergidos; iii) porcentagem de emergência (E %) determinado pela equação: $E (\%) = (\text{número de parasitoides emergidos}) / (\text{número de descendentes}) \times 100$ e iv) razão sexual (rs) pela equação: $rs = (\text{número de fêmeas}) / (\text{número de fêmeas} + \text{número de macho})$.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com oito temperaturas (tratamentos) com 20 repetições/temperaturas, sendo cada repetição composta por 50 ovos. Os dados referentes ao período ovo-adulto, ND e a E foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância. Os valores relativos à razão sexual foram analisados pelo teste de Qui-quadrado (χ^2) ($P < 0,05$). As exigências térmicas de *F. arisanus* foram estimadas pelo método da hipérbole, calculando-se o limite térmico inferior de desenvolvimento (T_b) e a constante térmica (K). A partir das exigências térmicas, estimou-se o número anual de gerações de *F. arisanus*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de descendentes de *F. arisanus* obtido em *C. capitata* foi maior nas temperaturas de 22 e 25 °C, diferindo significativamente das demais temperaturas (Tabela 1). Estes resultados se assemelham ao encontrado por ZENIL et al. (2004) que obtiveram valor médio de 117,5 descendentes a 25 °C. Entretanto, difere do resultado de HARRIS et al. (2007) onde obtiveram 85 descendentes, a 25 °C. Para KHALIQ et al. (2014) a temperatura ideal de desenvolvimento situa-se próximo aos 25 °C, corroborando com os resultados obtidos neste experimento, em que se obteve o maior número de descendentes nas condições térmicas de 22 e 25 °C.

Para a razão sexual, um maior percentual de fêmeas de *F. arisanus* foi obtido a 15 e 18 °C, diferindo significativamente das demais temperaturas (Tabela 1). O percentual de emergência dos parasitoides foi maior nas temperaturas de 22 (85%) e 25 °C (83%), diferindo significativamente das demais temperaturas

estudas (Tabela 1). CALVITTI et al. (2002), obteve 28% de emergência de *F. arisanus* multiplicado em ovos de *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae) em temperatura de 25 °C.

A duração do período ovo-adulto de *F. arisanus* multiplicado em *C. capitata* apresentou diferença significativa entre as temperaturas estudadas com variação de 47 a 21 dias (Figura 1). Observou-se que à medida que decresce a temperatura, há um aumento na duração do período de desenvolvimento na faixa térmica de 15 °C a 28 °C. A duração a 30 °C foi maior do que a 28 °C indicando que este deve ser o limite máximo tolerável ao desenvolvimento de *F. arisanus*. Enquanto a 32 °C não ocorreu desenvolvimento embrionário.

Tabela 1. Valores médios (\pm EP) do número de descendentes, razão sexual, emergência e duração ovo-adulto de *Fopius arisanus* multiplicado em *Ceratitis capitata* em diferentes temperaturas (UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h).

Temperatura (°C)	Número de descendentes ⁽¹⁾	Razão sexual ⁽²⁾	Emergência (%) ⁽³⁾	Duração do período ovo-adulto (dias) ⁽¹⁾
15	4,0 \pm 3,48 e	0,78 a	36 \pm 5,87 d	47 \pm 6,1 a
18	9,5 \pm 2,14 d	0,73 a	53 \pm 4,09 c	37 \pm 6,8 b
20	16,0 \pm 4,74 b	0,65 b	70 \pm 3,12 b	35 \pm 5,5 b
22	21,0 \pm 3,48 a	0,64 b	85 \pm 5,10 a	31 \pm 4,0 bc
25	22,0 \pm 3,91 a	0,63 b	83 \pm 3,12 a	28 \pm 4,2 c
28	13,6 \pm 1,56 c	0,49 c	57 \pm 5,98 c	21 \pm 5,1 d
30	8,0 \pm 2,64 d	0,47 c	21 \pm 2,18 e	21 \pm 6,2 d

⁽¹⁾Valores seguidos pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a $P < 0,05$. ⁽²⁾ Significativo pelo teste de Qui-quadrado (χ^2) ($P < 0,05$). ⁽³⁾Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste "t" ($p \leq 0,05$).

Com base na duração do período ovo-adulto de *F. arisanus*, determinou-se que o limite térmico inferior de desenvolvimento (Tb) foi de 10,3 °C, correspondendo a uma constante térmica (K) de 488,34 graus-dias. A Tb e a K estimados para *F. arisanus* foram superiores aos valores determinados por Ricalde et al. (2011) para *C. capitata* (9,6 °C e 328 graus-dias, respectivamente), considerando o principal hospedeiro deste parasitoide. Para o controle biológico desta praga, esta diferença de temperatura base e constante térmica é importante para o manejo a campo, devido a possibilidade do parasitoide atuar sobre a população da praga, já que *F. arisanus* apresenta sua temperatura ótima para o desenvolvimento dentro do intervalo estimado para *C. capitata*.

Com base na Tb e na K o número de gerações anuais de *F. arisanus* nas temperaturas de 15, 18, 20, 22, 25, 28 e 30 °C foi de 2,69, 3,83, 4,43, 4,95, 5,6, 6,13, 6,43 gerações/ano, respectivamente. A estimativa do número anual de gerações nos permite evidenciar que o parasitoide apresentaria desenvolvimento em diferentes regiões. Porém, tal resultado precisa ser validado em campo, visto que além da temperatura, outros fatores podem influenciar o estabelecimento e adaptação da população de *F. arisanus*, a exemplo de umidade, fotofase e cultura visto que o período de desenvolvimento de ovo-adulto de *C. capitata* pode variar conforme o fruto.

4. CONCLUSÕES

O melhor desenvolvimento do parasitoide de mosca-das-frutas *F. arisanus* ocorre nas temperaturas de 20 e 25 °C, embora a faixa térmica de desenvolvimento seja de 15 a 30 °C. A temperatura base (Tb) foi de 10,3 °C, correspondendo a uma constante térmica (K) de 488,34 graus-dias e estimou-se, a partir desta exigência térmica um número de gerações anuais que varia de 2,69 a 15 °C, a 6,43 a 30 °C.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOKONON-GANTA, A.H., RAMADAN, M.M., MESSING, R.H. Reproductive biology of *Fopius ceratitivorus* (Hymenoptera: Braconidae), an egg-larval parasitoid of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). **Biological Control**, v. 41, p. 361–367, 2007

CALVITTI, M., ANTONELLI, M., MORETTI, R., BAUTISTA, R.C. Oviposition response and development of the egg-pupal parasitoid *Fopius arisanus* on *Bactrocera oleae*, a tephritid fruit fly pest of olive in the Mediterranean basin. **Entomologia Experimentalis et Applicata**. V. 102, p. 65–73, 2002.

HARRIS, E.J., BAUTISTA, R.C., VARGAS, R.I., JANG, E.B. Rearing *Fopius arisanus* (Sonan) (Hymenoptera: Braconidae) in mediterranean fruit fly (Diptera: Tephritidae). **Hawaiian Entomological Society**, Honolulu, v. 39, p. 121-126, 2007.

KHALIQ. A., JAVED, M., SOHAIL, M., MUHAMAND, S. Environmental effects on insects and their population dynamics. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, Amsterdam, v. 2, p. 1-7, 2014.

MANOUKIS, N., GEIB, S., SEO, D., MCKENNEY, M., VARGAS, R., JANG, E. An optimized protocol for rearing *Fopius arisanus*, a parasitoid of tephritid fruit flies. **Journal of Visualized Experiments**, Bethesda, v. 53, p. 1-4, 2011.

NAVA, D.E., BOTTON, M. Bioecologia e controle de *Anastrepha fraterculus* e *Ceratitis capitata* em pessegueiro. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. 29p. 2010 (**Embrapa Clima Temperado. Documentos, 315**).

PONCIO, S., NUNES, A.M., GONCALVES, R.S., LISBOA, H., MANICA-BERTO, R., GARCIA, M.S., NAVA, D.E. Biology of *Doryctobracon brasiliensis* at different temperatures: development of life table and determining thermal requirements. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 140, p. 775–785, 2016.

RICALDE, M.P., NAVA, D.E., LOECK, A.E., DONATTI, M.G. Temperature-dependent development and survival of Brazilian populations of the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*, from tropical, subtropical and temperate regions. **Journal of Insect Science**, Annapolis, v. 12, p. 1-9, 2011.

ZENIL, M., LIEDO, P., WILLIAMS, T., VALLE, J., CANCINO, J., MONTOYA, P. Reproductive biology of *Fopius arisanus* (Hymenoptera: Braconidae) on *Ceratitis capitata* and *Anastrepha* spp. (Diptera: Tephritidae). **Biological Control**, v. 29, p. 169-178, 2004.