

## BIOLOGICAL CONTROL

Desenvolvimento, Longevidade e Reprodução de *Trissolcus basal*  
(Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) em  
Condições Naturais durante a Entressafra da Soja no Sul do Paraná

AUGUSTA K. DOETZER E LUÍS A. FOERSTER

Depto. Zoologia, Univ. Federal do Paraná, C. postal 19020, 81531-990, Curitiba, PR

*Neotropical Entomology* 36(2):233-242 (2007)Development, Longevity and Reproduction of *Trissolcus basal* (Wollaston) and *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) in Natural Conditions during Autumn and Winter, in Southern Paraná, Brazil

ABSTRACT - The development, longevity and reproduction of *Trissolcus basal* (Wollaston) and *Telenomus podisi* Ashmead were investigated under natural conditions during autumn and winter from 1999 to 2001, in Southern Paraná State, Brazil, in order to understand how these parasitoids overwinter in subtropical regions. Adults of *T. basal* e *T. podisi* emerged during autumn and winter from eggs parasitized between April and June. Adult longevity in natural conditions was higher than eight and seven months, for *T. basal* and *T. podisi* respectively, showing that both species overwinter in the adult stage. Percentage survival of *T. basal* and *T. podisi* females during autumn and winter was higher than 85% and mortality increased significantly in spring. Females maintained for six months in natural conditions parasitized *E. heros* eggs after transference to 25°C, and the presence of females in the offspring showed that mating occurred during autumn and winter. Temperature during immature development influenced significantly the adult performance, regulating the longevity and reproductive capacity after dormancy. Female parasitoids that developed in higher temperatures lived longer and parasitized more host eggs after transference to 25°C than females that developed under colder conditions.

KEY WORDS: Insecta, biological control, soybean stink bug, hibernation, overwintering

RESUMO – Investigou-se o desenvolvimento, a longevidade e a reprodução de *Trissolcus basal* (Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmead mantidos em condições naturais durante a entressafra da soja de 1999 a 2001 no sul do Paraná, a fim de se conhecer como esses parasitóides sobrevivem durante o outono e inverno em regiões subtropicais. Adultos de *T. basal* e *T. podisi* emergiram durante o outono e inverno de ovos parasitados a 18°C entre abril e junho. A longevidade dos adultos em condições naturais foi superior a oito e sete meses, para *T. basal* e *T. podisi* respectivamente, demonstrando que os parasitóides hibernam no estágio adulto. O índice de sobrevivência das fêmeas até o final do inverno foi superior a 85% e a mortalidade acentuou-se significativamente após o início da primavera. Fêmeas dos parasitóides mantidas por até seis meses em condições naturais parasitaram ovos de *E. heros* após sua transferência para 25°C e a progênie constou de machos e fêmeas, demonstrando a ocorrência da cópula durante o outono e o inverno. A temperatura durante o desenvolvimento dos estágios imaturos afetou significativamente o potencial dos adultos hibernantes, regulando sua longevidade e capacidade reprodutiva após a dormência. Parasitóides desenvolvidos em temperaturas mais elevadas (início do outono) foram mais bem sucedidos no processo de hibernação, apresentando maior longevidade e parasitando mais ovos hospedeiros após a sua transferência para 25°C, em relação a fêmeas que nas fases imaturas passaram por temperaturas mais baixas (final do outono).

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, controle biológico, percevejo da soja, hibernação, sobrevivência no inverno

No Brasil, o registro da ocorrência dos parasitóides de ovos *Trissolcus basal* (Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae) abrange desde o Centro-Oeste (Medeiros *et al.* 1997) até o extremo sul

(Moreira & Becker 1986). Em regiões de clima quente, essas espécies mantêm-se ativas durante todo o ano, devido à constante disponibilidade de ovos de pentatomídeos em plantas alternativas (Panizzi 1985, Panizzi & Meneguim 1989,

Corrêa-Ferreira & Moscardi 1995). Por outro lado, em regiões subtropicais, a hibernação dos hospedeiros (Albuquerque 1993, Botton *et al.* 1996) associada a temperaturas médias inferiores a 15°C durante o inverno sugerem que *T. basal* e *T. podisi* apresentam outras adaptações para sobreviverem durante o período da entressafra da soja (Nakama & Foerster 2001, Foerster & Nakama 2002).

Em parasitóides de ovos, a hibernação é um mecanismo amplamente utilizado durante o inverno e a adaptação a este tipo de dormência possibilita a várias espécies sobreviverem em condições adversas de temperatura (Mansingh 1971). Estudos relativos ao modo de sobrevivência de parasitóides de ovos durante o inverno são mais freqüentes com espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), as quais normalmente hibernam durante os estágios imaturos no interior do ovo hospedeiro (Parker & Pinell 1971, Burbutis *et al.* 1976, Laing & Corrigan 1995), ou sobrevivem em ovos de hospedeiros alternativos (López & Morrisson 1980a, Jennings & Houseweart 1983, Keller 1986).

Espécies de Scelionidae normalmente hibernam no estágio adulto, conforme demonstrado para *Telenomus verticellatus* Kieff (Boldaruev 1952), *Telenomus californicus* Ashmead (Torgersen & Ryan 1981), *Ceratobaeus masneri* Austin (Austin 1984), *Trissolcus biproruli* Girault (James 1988) e *Telenomus nitidulus* (Thomson) (Grijpma 1984 *apud* Orr 1988). Com o objetivo de verificar se *T. basal* e *T. podisi* hibernam ou mantêm-se em atividade reprodutiva durante o outono e inverno no sul do Paraná, investigou-se neste trabalho o desenvolvimento, a longevidade e a capacidade de parasitismo dessas espécies em condições naturais durante a entressafra da soja de 1999 a 2001, em Curitiba, PR.

## Material e Métodos

Os hospedeiros *Nezara viridula* (L.) e *Euschistus heros* (Fabr.) (Heteroptera: Pentatomidae) e seus parasitóides *T. basal* e *T. podisi* foram obtidos a partir de criações mantidas no Laboratório de Controle Integrado de Insetos da Universidade Federal do Paraná.

**Desenvolvimento e longevidade.** Ovos de *N. viridula* e *E. heros* foram parasitados respectivamente por *T. basal* e *T. podisi* em laboratório ao longo do outono entre 1999 e 2001, na primeira semana dos meses de abril, maio e junho. Em cada ano foram utilizadas 30 massas com 40 ovos de cada hospedeiro para cada espécie de parasitóide, sendo dez em abril, dez em maio e dez em junho. Cada postura foi exposta a cinco fêmeas dos parasitóides, previamente copuladas, por 72h a 18°C, que de acordo com o Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) é a temperatura próxima da média vigente durante o outono na região de Curitiba. Após o período de exposição, os parasitóides foram eliminados e os ovos transferidos para um abrigo telado sem controle de temperatura e umidade, onde permaneceram expostos a condições naturais de temperatura e fotofase.

Testou-se a hipótese de que o tempo de desenvolvimento aumentaria e a porcentagem de adultos emergidos diminuiria à medida que a temperatura fosse decrescendo a partir de

abril até julho, a fim de corroborar os resultados obtidos em condições controladas de temperatura no laboratório (Doetzer & Foerster submetido). A razão sexual dos adultos emergidos foi registrada em todos os tratamentos.

Ovos parasitados cujos adultos não emergiram foram dissecados para verificação do conteúdo. Os adultos emergidos de cada postura permaneceram nas condições naturais, mantidos coletivamente em tubos de ensaio, para avaliação da longevidade. Os tubos foram cobertos até a metade com papel preto, a fim de que os parasitóides tivessem a opção de se refugiarem da luz. A cada três dias, realizou-se o registro da mortalidade e o suprimento da alimentação, adicionando-se mel nas laterais do tubo.

Dados diários referentes às temperaturas médias, mínimas e máximas foram obtidos do SIMEPAR, cuja estação meteorológica situa-se a cerca de 300 m do local onde foram realizados os experimentos. As diferenças entre *T. basal* e *T. podisi* foram analisadas pelo teste t de Student ( $P \leq 0,05$ ). Através da análise de regressão ( $P \leq 0,05$ ) foi verificada a relação entre a temperatura média registrada durante o desenvolvimento dos imaturos e a taxa de desenvolvimento dos parasitóides, a porcentagem de emergência, a razão sexual e a longevidade dos adultos emergidos.

**Fecundidade após a hibernação.** A capacidade de parasitismo de *T. basal* e *T. podisi* após diferentes períodos de permanência em condições naturais foi avaliada com os parasitóides acondicionados no telado no mês de abril em cada ano da realização do experimento. A cada dois meses, até completarem-se seis meses, 10 fêmeas de cada espécie foram transferidas ao laboratório e acondicionadas a 25°C. Após 72h de aclimação, avaliou-se a capacidade de parasitismo de *T. basal* e *T. podisi* sobre 50 ovos de *E. heros* ofertados durante 48h. A utilização de ovos de *E. heros* para a verificação da fecundidade das duas espécies deveu-se à maior disponibilidade deste hospedeiro em laboratório. Registrou-se o número total de ovos parasitados por fêmea em cada tratamento e a razão sexual da progênie. Os resultados foram comparados com uma testemunha, cujas fêmeas desenvolveram-se e foram mantidas a 25°C, e receberam o mesmo número de ovos hospedeiros um dia após a data da emergência durante 48h. As médias de ovos parasitados após os três períodos de hibernação estabelecidos foram comparadas para cada espécie através de análise de variância e do teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

**Longevidade e fecundidade de parasitóides desenvolvidos em diferentes temperaturas.** A fim de testar a hipótese de que há uma relação diretamente proporcional entre temperatura de desenvolvimento dos estágios imaturos e a capacidade de parasitismo e a longevidade dos adultos, realizou-se durante o ano de 2000 um experimento utilizando três temperaturas constantes para o desenvolvimento das fases imaturas, para em seguida expor os parasitóides às condições naturais.

Em laboratório, cinco massas contendo 40 ovos de *N. viridula* e *E. heros* foram parasitadas respectivamente por *T. basal* e *T. podisi* a 17°, 21° e 25°C e mantidas nessas

temperaturas até a emergência dos adultos. O parasitismo foi realizado em datas diferentes do mês de abril, para que a emergência dos adultos ocorresse simultaneamente nas três temperaturas e a transferência dos adultos para o abrigo fosse realizada no mesmo dia. No dia da emergência, ocorrida na primeira semana de maio, os parasitóides foram transferidos ao abrigo telado, onde permaneceram expostos às condições naturais de temperatura e fotofase. A manutenção dos adultos no abrigo foi realizada em tubos de ensaio cobertos até a metade com papel preto e a cada três dias, os parasitóides foram alimentados com mel e a mortalidade foi registrada.

Dez fêmeas de cada espécie provenientes de cada temperatura (17°, 21° e 25°C) e mantidas por quatro meses em hibernação no abrigo foram individualizadas e transferidas para o laboratório, a 25°C. Após 72h de aclimação, cada fêmea recebeu 50 ovos de *E. heros* durante 48h e registrou-se o número de ovos parasitados. Os resultados foram comparados com uma testemunha, cujas fêmeas desenvolveram-se e foram mantidas a 25°C e que receberam o mesmo número de ovos hospedeiros um dia após a data da emergência. Comparou-se a longevidade no abrigo e a capacidade de parasitismo dos adultos desenvolvidos nas três temperaturas através de análise de regressão linear ( $P < 0,05$ ).

## Resultados e Discussão

**Desenvolvimento e longevidade.** Adultos de *T. basalis* e *T. podisi* emergidos durante o outono e inverno, de ovos parasitados a 18°C entre o início (abril) e o final do outono (junho) de 1999 a 2001 foram mantidos em condições naturais de fotofase e temperatura (Fig. 1A). A temperatura média registrada durante o desenvolvimento dos imaturos foi significativamente relacionada ao tempo de desenvolvimento dos parasitóides (*T. basalis*:  $r^2 = 0,96$ ;  $y = -0,0685 + 0,0061x$ ;  $P < 0,05$ ; *T. podisi*:  $r^2 = 0,95$ ;  $y = -0,0517 + 0,0048x$ ;  $P < 0,05$ ) (Fig. 1A), e ao número de adultos emergidos em condições naturais (*T. basalis*:  $r^2 = 0,64$ ;  $y = -12,27 + 0,05x$ ,  $P < 0,05$ ; *T. podisi*:  $r^2 = 0,41$ ;  $y = -13,25 + 0,05x$ ;  $P < 0,05$ ) (Fig. 1B). Entretanto, a redução nas porcentagens de emergência em função da temperatura ao longo do outono e do inverno (Fig. 1A) revelou que *T. basalis* e *T. podisi* não estão adaptadas a entrar em dormência durante os estágios imaturos. A dissecação dos ovos parasitados confirmou essa hipótese, uma vez que parasitóides que não conseguiram emergir em condições naturais desenvolveram-se até o estágio pupal e morreram nesta fase do desenvolvimento. O mesmo foi verificado por Nakama & Foerster (2001) quando os estágios imaturos de *T. basalis* e *T. podisi* foram estocados à temperatura constante de 15°C. Outros parasitóides de ovos, como algumas espécies de *Trichogramma*, hibernam no interior do ovo hospedeiro quando são levados a condições naturais no outono, e emergem como adultos somente após o início da primavera (Parker & Pinnell 1971, Curl & Burbutis 1977, Laing & Corrigan 1995).

A exposição dos parasitóides a temperaturas mais altas resultou em maior taxa de desenvolvimento e maior porcentagem de emergência, conforme observado para posturas parasitadas no início do outono (abril), em

comparação a posturas parasitadas no final da estação (maio e junho) (Figs. 1A e 1B).

Apesar da relação significativa da temperatura com a taxa de desenvolvimento e a porcentagem de emergência, os tratamentos que resultaram na maior duração do ciclo evolutivo dos parasitóides e no menor número de adultos emergidos (maio/1999 para *T. podisi* e junho/1999 para *T. basalis*) não corresponderam à menor temperatura registrada durante o desenvolvimento. Isto se deve ao fato de as baixas temperaturas apresentarem maior efeito sobre as fases iniciais do desenvolvimento de *T. basalis* e *T. podisi*. A análise das temperaturas médias diárias demonstrou que parasitóides expostos ao frio no início do seu desenvolvimento, como aqueles desenvolvidos em maio e junho de 1999, apresentaram maior duração do ciclo evolutivo e maior mortalidade nas fases imaturas do que parasitóides expostos a baixas temperaturas próximos à época da emergência. A diferença entre os estágios imaturos na suscetibilidade às baixas temperaturas também foi verificada para *T. pretiosum* (López & Morrison 1980b).

A emergência de adultos de *T. basalis* e *T. podisi* durante o inverno em condições naturais, sob temperaturas médias inferiores a 16°C (temperatura mínima para a emergência dos adultos) (Fig. 1B), tornou-se viável devido à flutuação da temperatura, uma vez que em laboratório, a emergência dessas espécies não ocorre em temperaturas constantes abaixo de 16°C (Nakama & Foerster 2001). Apesar das baixas médias térmicas, os parasitóides estiveram sob temperaturas máximas de 17,7°C a 22,9°C durante o seu desenvolvimento e a exposição a estas temperaturas altas em determinados períodos do desenvolvimento viabilizou a emergência de adultos. Da mesma forma que *T. basalis* e *T. podisi*, outros scelionídeos não emergem quando mantidos constantemente a 15°C (Jubb & Watson 1971, Yeargan 1983, Cave & Gaylor 1988).

Para *T. podisi*, a temperatura média no desenvolvimento influenciou significativamente a razão sexual obtida em condições naturais ( $r^2 = 0,30$ ;  $y = 20,28 - 6,31x$ ;  $P < 0,05$ ) e maior porcentagem de fêmeas foi obtida de posturas parasitadas nos meses mais frios; todavia, para *T. basalis* esta relação não foi significativa ( $r^2 = 0,02$ ;  $y = 17,26 - 2,00x$ ;  $P > 0,05$ ) (Fig. 1C). Esses resultados indicam que fêmeas de *T. podisi* são mais tolerantes ao frio do que os machos e são reforçados pelos resultados obtidos com *T. podisi* no tratamento de maio de 1999, quando não foi observada a emergência de machos. Yeargan (1980) também constatou a maior suscetibilidade ao frio de machos de *T. podisi*, relatando que a 15,5°C, somente fêmeas emergiram.

Fêmeas de ambas as espécies viveram significativamente mais tempo que os machos e, na média da longevidade nos três anos do experimento, não houve diferença entre *T. basalis* e *T. podisi* (Tabela 1). Houve relação significativa da temperatura média durante o desenvolvimento dos parasitóides com a longevidade dos adultos [Fêmeas: *T. basalis*  $r^2 = 0,33$ ;  $y = -43,05 + 12,44x$ ;  $P < 0,05$  (Fig. 2A), - *T. podisi*:  $r^2 = 0,19$ ;  $y = -69,52 + 10,80x$ ;  $P < 0,05$  (Fig. 2B); Machos: *T. basalis*:  $r^2 = 0,71$ ;  $y = -317,29 + 29,41x$ ;  $P < 0,05$  (Fig. 2C), *T. podisi*:  $r^2 = 0,29$ ;  $y = -185,66 + 17,65x$ ;  $P < 0,05$  (Fig. 2D)].

Adultos emergidos de posturas parasitadas no início do outono (abril) apresentaram maior longevidade, em

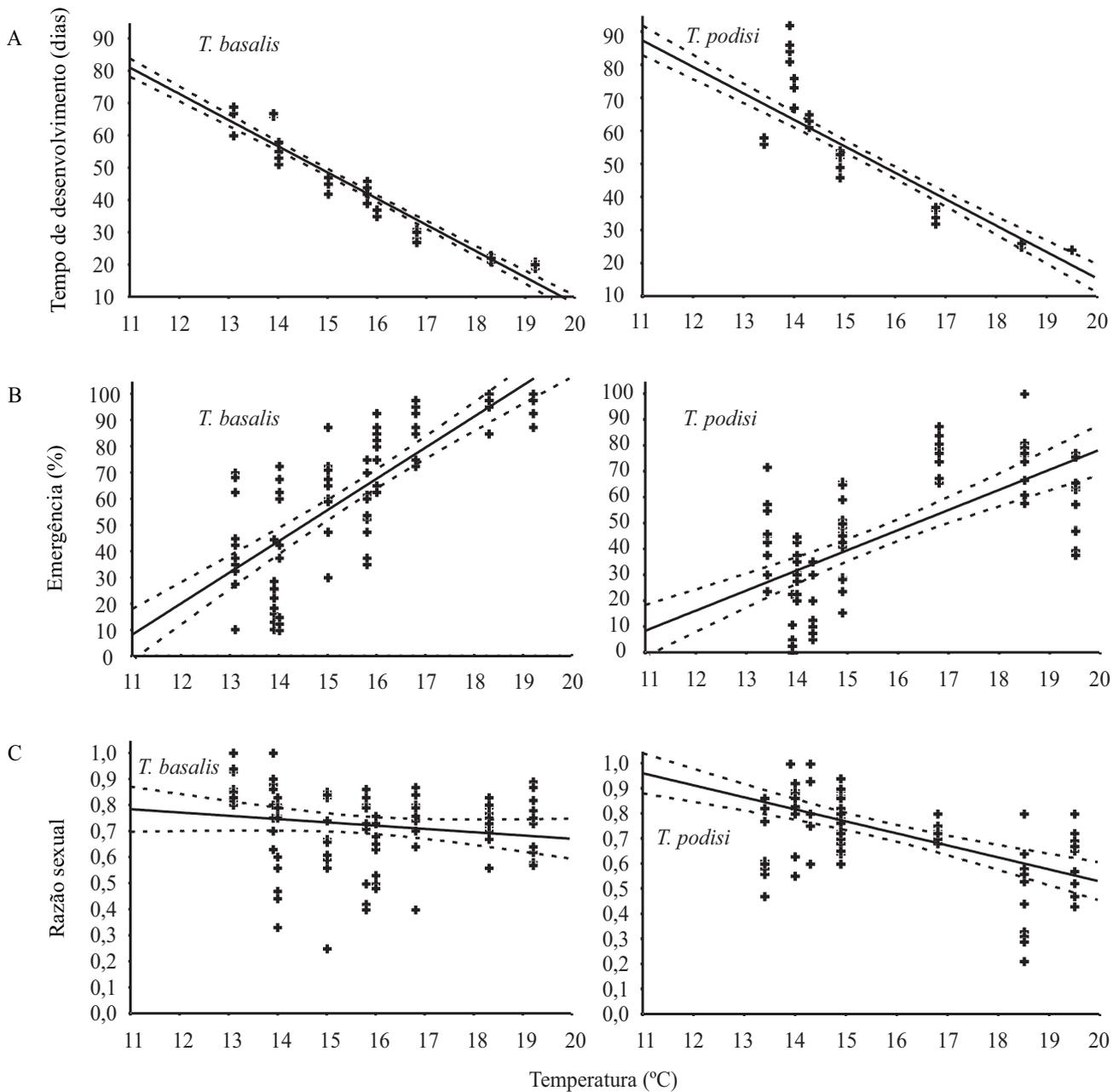


Fig. 1. Relação entre as temperaturas médias de outono/inverno no sul do Paraná e o tempo de desenvolvimento (A), porcentagem de emergência (B) e razão sexual (C) de *T. basalis* e *T. podisi*.

comparação com aqueles emergidos de posturas parasitadas em maio e junho (Fig. 2). A maior média de longevidade para fêmeas de *T. basalis* (248,4 dias) e *T. podisi* (221,1 dias) foi registrada para parasitóides desenvolvidos em abril quando as temperaturas durante os estágios imaturos foram mais elevadas (Tabela 1). À medida que a temperatura diminuiu ao final do outono e início do inverno, o tempo de desenvolvimento das fases imaturas aumentou e a longevidade dos adultos diminuiu, sugerindo alto custo metabólico para a sobrevivência dos imaturos neste período. Irwin & Lee Jr. (2000) igualmente registraram queda na

longevidade e no potencial reprodutivo do díptero formador de galhas *Eurosta solidaginis* (Tephritidae) cujas larvas foram mantidas em atividade a 12°C em comparação às larvas que foram mantidas inativas a 0°C ou -22°C. A diferença na longevidade e na fecundidade dos adultos foi atribuída à alta taxa metabólica das larvas em atividade em relação à baixa taxa metabólica das larvas inativas, resultando nesse caso em uma elevada reserva de energia no estágio adulto.

Quando o acondicionamento dos parasitóides no abrigo telado foi realizado no mês de abril, a sobrevivência das fêmeas até o final do inverno foi superior a 90% (Fig. 3A),

Tabela 1. Média ( $\pm$  E.P.) da longevidade, em dias, de *T. basalis* e *T. podisi* em condições naturais em função da data de parasitismo (média de de 1999, 2000 e 2001) em Curitiba, PR.

Mês do parasitismo	<i>T. basalis</i>			
	Machos	IV <sup>1</sup>	Fêmeas	IV
Abril	148,9 $\pm$ 37,75aB(166) <sup>2</sup>	43-289	220,7 $\pm$ 4,59 aA (208)	43-289
Mai	79,7 $\pm$ 19,00 bB(96)	22-151	116,0 $\pm$ 4,94 aA (257)	7-216
Junho	56,2 $\pm$ 14,60 bB(128)	2-115	106,9 $\pm$ 6,94 bB (130)	14-164

Mês do parasitismo	<i>T. podisi</i>			
	Machos	IV	Fêmeas	IV
Abril	142,4 $\pm$ 8,69 aB (158)	11-217	187,7 $\pm$ 3,40 aA (223)	12-270
Mai	100,4 $\pm$ 6,16bB*(85)	14-168	118,5 $\pm$ 10,55 bA (199)	3-197
Junho	59,3 $\pm$ 14,86 bB (57)	13-153	150,8 $\pm$ 4,31 bA (189)	20-205

<sup>1</sup>Intervalo de variação; <sup>2</sup>Número de exemplares analisados. Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P > 0,05)

da mesma forma que para posturas parasitadas em maio (Fig. 3B) e junho (Fig. 3C). Os índices de mortalidade aumentaram com a elevação da temperatura na primavera e a partir de novembro, menos de 20% das fêmeas ainda encontravam-se vivas. Durante a entressafra de 2000, cerca de 100 adultos de *T. basalis* e *T. podisi* desenvolvidos no início do outono (abril) foram acondicionados à temperatura constante de 18°C no início da primavera, após quatro meses de permanência no abrigo telado, visando prolongar o tempo de sobrevivência em relação a parasitóides mantidos continuamente em condições naturais. Para *T. basalis*, esse procedimento não proporcionou aumento significativo na longevidade; no entanto, para *T. podisi*, o acondicionamento a 18°C na primavera representou um prolongamento na sobrevivência das fêmeas superior a dois meses.

A alta sobrevivência dos adultos em condições naturais durante a entressafra da soja, superior a oito e sete meses para *T. basalis* e *T. podisi* respectivamente, demonstra que as espécies hibernam no estágio adulto, conforme a classificação de Mansingh (1971). Durante os períodos mais frios, os parasitóides abrigaram-se na parte escura do tubo de ensaio, reduzindo nitidamente o movimento e a alimentação. Temperaturas abaixo de 20°C foram suficientes para induzir os parasitóides a esse comportamento; entretanto, nos períodos mais quentes, os adultos retornavam à atividade.

Os parasitóides *T. basalis* e *T. podisi* não sobrevivem durante o inverno se não houver suprimento periódico da alimentação e as observações demonstraram que adultos desprovidos de alimento morrem em cerca de cinco dias. Dentre os Scelionidae, *T. biproruli* também necessita de alimentação durante a hibernação (James 1988), enquanto que *C. masneri* sobrevive às condições adversas sem se alimentar (Austin 1984). A necessidade do parasitóide adulto em se alimentar periodicamente durante o inverno parece estar relacionada com a temperatura à qual estará exposto. Durante o inverno, adultos de *C. masneri* permanecem continuamente sujeitos a temperaturas abaixo de 12°C

(Austin 1984); nessas condições, os parasitóides permanecem sem interromper seu processo de hibernação e portanto, não precisam se alimentar. Adultos de *T. basalis* e *T. podisi*, por sua vez, da mesma forma que *T. biproruli* (James 1988), estão sujeitos a uma ampla variação de temperatura e ficam eventualmente expostos a períodos quentes, necessitando de alimentação periódica nessas ocasiões.

**Fecundidade após a hibernação.** Fêmeas mantidas em condições naturais por dois, quatro e seis meses parasitaram ovos de *E. heros* após sua transferência para 25°C (Fig. 4). Não houve relação entre o tempo de hibernação e a capacidade reprodutiva e as diferenças entre os três períodos de hibernação nos três anos de avaliação refletem as variações de temperatura a que os dois parasitóides foram submetidos. Ellers & van Alphen (2004) concluíram que a duração da diapausa e suas conseqüências no desempenho dos adultos do parasitóide *Asobara tabida* Nees (Hymenoptera: Braconidae) dependem dos custos energéticos provocados pelo tempo de dormência. O aumento na duração da diapausa em *A. tabida* provocou não apenas um aumento na mortalidade, como também uma redução significativa na produção de ovos, nas reservas de lipídios e no peso dos adultos emergidos. Ao contrário de *T. basalis*, a capacidade reprodutiva de *T. podisi* foi significativamente reduzida pela hibernação em todos os tratamentos em relação à testemunha (Fig. 4).

A razão sexual da progênie não foi afetada pelo tempo de permanência dos parasitóides em condições naturais e manteve-se em cerca de 0,80 e 0,50, para *T. basalis* e *T. podisi* respectivamente, demonstrando a ocorrência de cópula durante o outono e inverno. A fertilização das fêmeas foi observada logo após a emergência, e era suspensa com o decréscimo da temperatura e a entrada dos adultos em hibernação, podendo ser retomada em períodos quentes do dia. Os resultados demonstram que fêmeas de *T. basalis* e *T. podisi* sobrevivem fertilizadas durante o inverno, concordando com os resultados obtidos por Torgersen & Ryan (1981) para *T. californicus*.

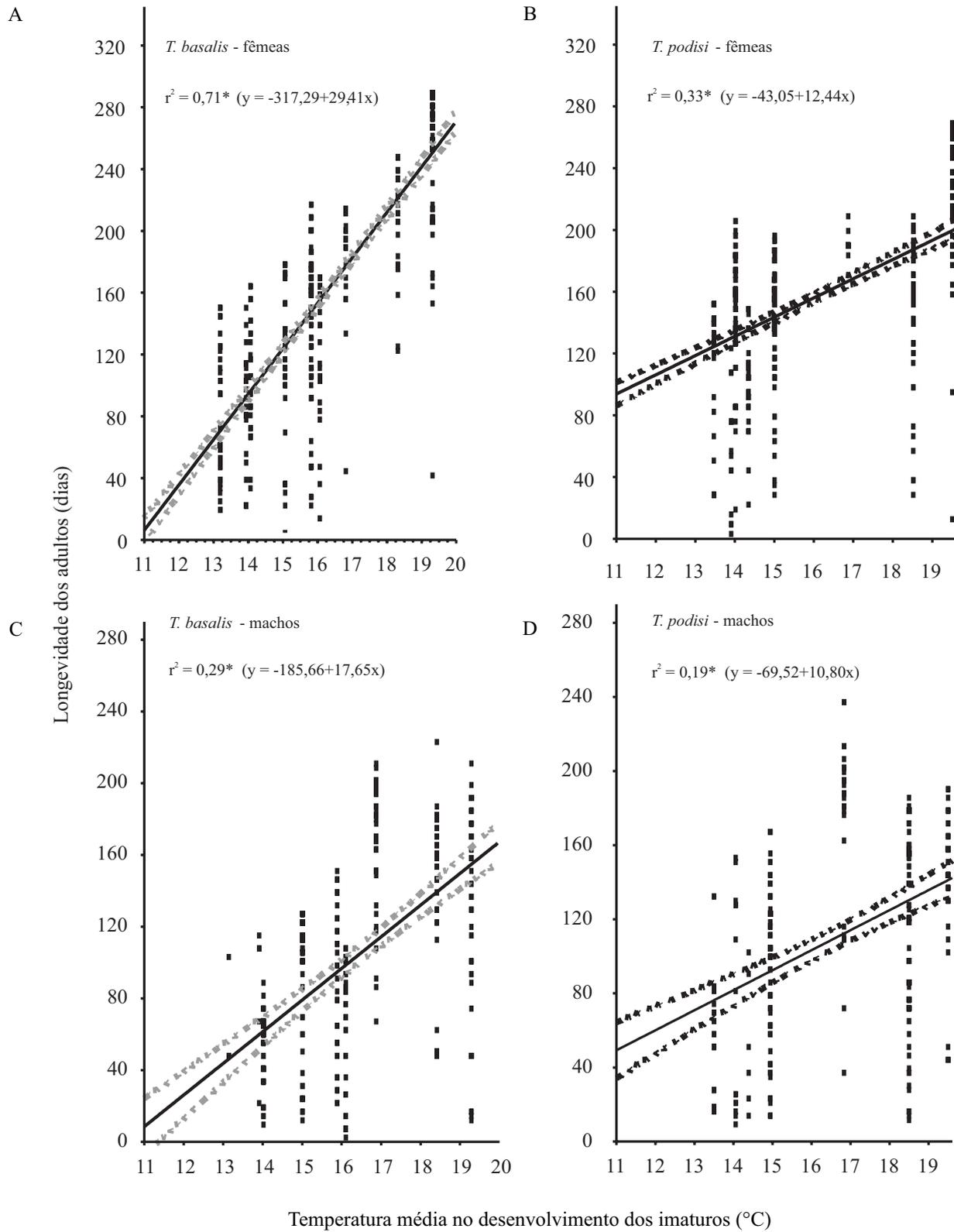


Fig. 2. Relação entre a temperatura de desenvolvimento dos estágios imaturos e a longevidade dos adultos de *T. basalis* e *T. podisi*.

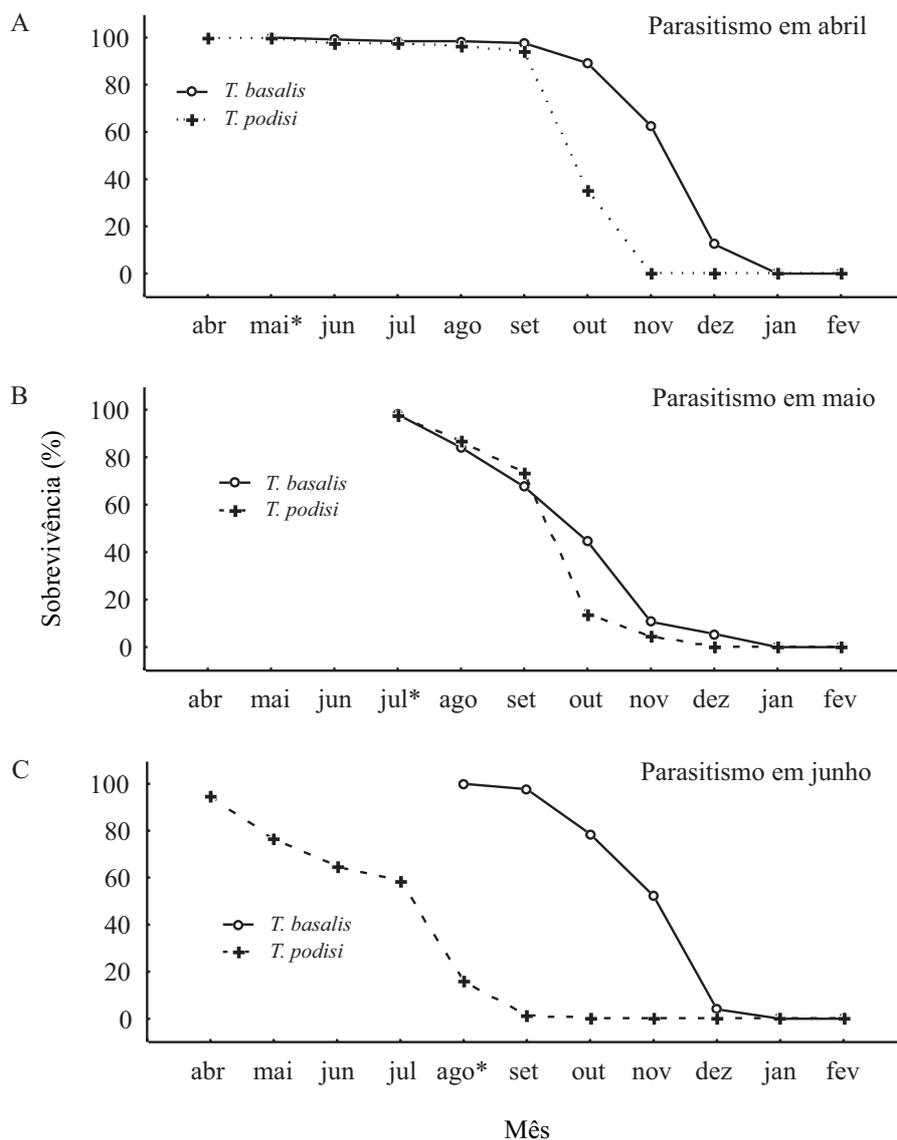


Fig. 3. Sobrevivência de fêmeas de *T. basalis* e *T. podisi* em condições naturais durante a entressafra da soja de 1999 a 2001 em Curitiba, PR, após acondicionamento dos parasitóides no abrigo telado em abril (A), maio (B) e junho (C) (DP: data de parasitismo; \*: mês no qual ocorreu a emergência dos adultos).

A reprodução dos parasitóides em condições naturais não foi testada; no entanto, os resultados de Foerster & Nakama (2002) a 15°C indicaram que a capacidade de parasitismo das fêmeas de *T. basalis* e *T. podisi* é severamente afetada pelas temperaturas vigentes durante o inverno no sul do Paraná. A ausência de atividade reprodutiva durante o inverno foi verificada para outros scelionídeos, como *T. californicus* (Torgersen & Ryan 1981) e *T. biproruli* (James 1988). A capacidade das fêmeas de *T. basalis* e *T. podisi* mantidas em condições naturais em parasitar ovos hospedeiros logo após sua transferência a 25°C sugere que essas espécies são capazes de se reproduzir em dias quentes do inverno. Contudo, ovos hospedeiros não estão disponíveis nessa época do ano, pois os hospedeiros também hibernam no estágio adulto (Albuquerque 1993, Botton *et al.* 1996).

**Longevidade e fecundidade de parasitóides desenvolvidos em diferentes temperaturas.** A longevidade dos parasitóides adultos foi significativamente relacionada à temperatura na qual ocorreu o desenvolvimento dos imaturos (Fig. 5), tanto para fêmeas (Fig. 5A) (*T. basalis*:  $R^2 = 0,44$ ;  $y = 46,46 + 6,31x$ ;  $P < 0,05$ - *T. podisi*:  $R^2 = 0,25$ ;  $y = 71,345 + 5,77x$ ;  $P < 0,05$ ) quanto para machos (Fig. 5B) (*T. basalis*:  $R^2 = 0,223$ ;  $y = 20,363 + 3,912x$ ;  $P < 0,05$  - *T. podisi*:  $R^2 = 0,19$ ;  $y = 66,58 + 2,785x$ ,  $P < 0,05$ ). Parasitóides desenvolvidos em laboratório a 25°C sobreviveram por mais tempo em condições naturais que parasitóides desenvolvidos a 17° e 21°C (Fig. 5). Esses resultados esclarecem a menor longevidade dos parasitóides mantidos em condições naturais nos meses de maio e junho, em relação ao mês de abril, demonstrando que parasitóides expostos a temperaturas mais baixas durante os estágios

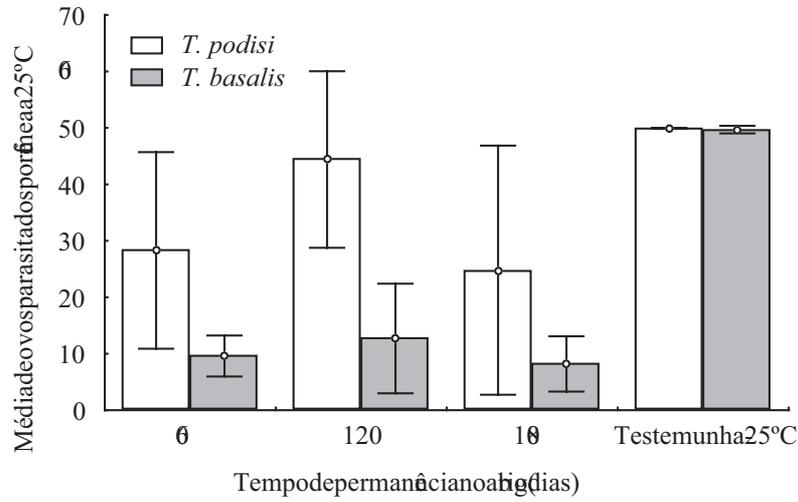


Fig. 4. Média ( $\pm$  E.P.) de ovos parasitados a 25°C por fêmeas de *T. basalis* e *T. podisi* após permanência em condições naturais durante a entressafra da soja em Curitiba, PR (Testemunha: fêmeas recém-emergidas a 25°C).

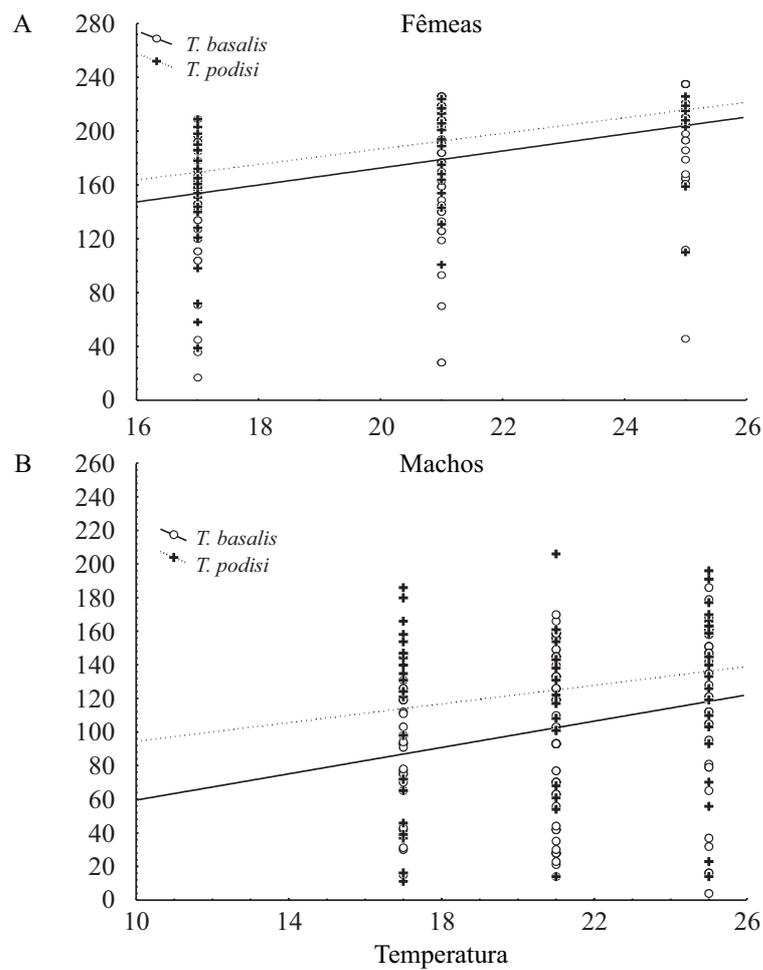


Fig. 5. Relação entre a temperatura de desenvolvimento dos estágios imaturos e a longevidade dos adultos de *T. basalis* e *T. podisi* criados em condições naturais durante a entressafra da soja de 1999 a 2001 em Curitiba, PR.

imaturas despendem maior energia para completar seu desenvolvimento e, por conseguinte sobrevivem por menos tempo no estágio adulto (Ellers & van Alphen 2002).

A temperatura durante o desenvolvimento dos estágios imaturos dos parasitóides afetou também a capacidade de oviposição das fêmeas a 25°C após permanência em condições naturais (Fig. 6). Fêmeas desenvolvidas a 17°C parasitaram significativamente menos ovos hospedeiros que fêmeas desenvolvidas a 21° e 25°C, não havendo diferença estatística entre estas duas temperaturas (Fig. 6). Para *T. basalis*, a permanência em condições naturais por quatro meses não afetou a capacidade de oviposição das fêmeas, quando os parasitóides estiveram expostos a temperaturas mais altas (21°C e 25°C) durante os estágios imaturos. Fêmeas de *T. podisi*, entretanto, foram sempre afetadas em sua fecundidade pela permanência no abrigo antes do parasitismo; porém, o decréscimo na capacidade de parasitismo dessa espécie foi mais acentuado para fêmeas desenvolvidas a 17°C, em comparação a 21°C e 25°C (Fig. 6).

Os resultados permitem concluir que a temperatura durante o desenvolvimento dos estágios imaturos afeta o potencial dos parasitóides adultos hibernantes, regulando sua longevidade e capacidade reprodutiva após a dormência. Como o estágio adulto é o estágio de hibernação, parasitóides que atingem essa fase em uma temperatura elevada, a qual se mostra mais adequada para o desenvolvimento e emergência, são mais bem sucedidos no processo de hibernação. Resultados semelhantes foram obtidos por Burbutis *et al.* (1976) para *T. nubilale*, uma espécie que sobrevive no estágio de pupa durante o inverno. Os autores verificaram que parasitóides que atingiram o estágio de pupa a 25°C antes de serem expostos a condições naturais durante o inverno tiveram maior taxa de sobrevivência na hibernação em relação aos que foram mantidos em condições naturais desde o início do desenvolvimento.

Em regiões subtropicais e temperadas, os pentatomídeos hospedeiros de *T. basalis* e *T. podisi* hibernam no estágio

adulto (Albuquerque 1993, Botton *et al.* 1996); portanto no campo, não há condições de esses parasitóides permanecerem em atividade reprodutiva durante a entressafra da soja. Assim, a última geração de *T. basalis* e *T. podisi* ao final do ciclo fenológico da soja atinge o estágio adulto e hiberna em sincronia com os hospedeiros durante a entressafra, até o reaparecimento de ovos hospedeiros na primavera. O sucesso dos adultos durante a entressafra irá depender mais das condições de temperatura em que os imaturos da última geração se desenvolvem ao final da safra de soja, do que das temperaturas vigentes durante o outono e o inverno, pois como mostraram os resultados, o desempenho dos adultos após a hibernação foi proporcional à temperatura em que os estágios imaturos desenvolveram-se.

### Agradecimentos

Ao Curso de Pós-Graduação em Zoologia da Universidade Federal do Paraná pelo apoio concedido durante a realização deste trabalho e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq), pela concessão da bolsa de doutorado (A.K.D.) e de pesquisa (L.A.F.)

### Referências

- Albuquerque, G.S. 1993. Planting time as a tactic to manage the small rice stink bug, *Oebalus poecilus* (Hemiptera, Pentatomidae), in Rio Grande do Sul, Brazil. *Crop Prot.* 12: 627-630.
- Austin, A.D. 1984. The fecundity, development and host relationships of *Ceratobaeus* spp. (Hymenoptera: Scelionidae), parasites of spider eggs. *Ecol. Entomol.* 9: 125-138.
- Boldaruev, V.O. 1952. Parasites of the Siberian lasiocampid (*Dendrolimus sibericus* Tshvt.) in eastern Siberia. *Ent. Obozr.* 32: 56-58.

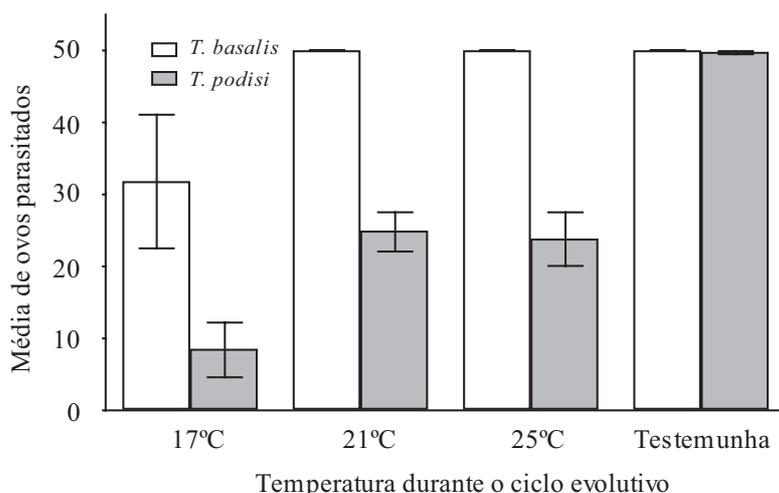


Fig. 6. Fecundidade de *T. basalis* e *T. podisi* a 25°C por fêmea de após desenvolvimento dos imaturos em diferentes temperaturas e permanência em condições naturais por quatro meses durante a entressafra da soja em Curitiba, PR (Testemunha: fêmeas recém-emergidas a 25°C).

- Botton M., J.F. da S. Martins, A. Elork & M. d'A. Rosenthal 1996. Biologia de *Timbraca limbiventris* Stal sobre plantas de arroz. An. Soc. Entomol. Brasil 28: 21-26.
- Burbutis, P.P., G.D. Curl & C.P. Davis. 1976. Overwintering of *Trichogramma nubilale* in Delaware. Environ. Entomol. 5: 888-890.
- Cave R.D. & M.J. Gaylor. 1988. Influence of temperature and humidity on development and survival of *Telenomus reynoldsi* (Hymenoptera: Scelionidae) parasitizing *Geocoris punctipes* (Heteroptera: Lygaeidae) eggs. Ann. Entomol. Soc. Am. 81: 278-285.
- Corrêa-Ferreira, B.S. & F. Moscardi. 1995. Seasonal occurrence and host spectrum of egg parasitoids associated with soybean stink bugs. Biol. Control 5: 196-202.
- Curl, G.D. & P.P. Burbutis. 1977. The mode of overwintering of *Trichogramma nubilale* Ertle and Davis. Environ. Entomol. 6: 629-632.
- Ellers, J. & J.M. van Alphen. 2002. A trade-off between diapause duration and fitness in female parasitoids. Ecol. Entomol. 27: 279-284.
- Foerster, L.A. & P.A. Nakama. 2002. Efeito da estocagem em baixa temperatura na capacidade reprodutiva e longevidade de *Trissolcus basal* (Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). Neotrop. Entomol. 31: 115-120.
- Grijpma, P. 1984. Host specificity of *Telenomus nitidulus* (Thomson) (Hymenoptera: Scelionidae), egg parasite of the satin moth, *Leucoma salicis* L. Nederl. Bousb. 56: 201-207.
- Irwing, J.T. & R.E. Lee Jr. 2000. Mild winter temperatures reduce survival and potential fecundity of the goldenrod gall fly, *Eurosta solidaginis* (Diptera: Tephritidae). J. Ins. Physiol. 46: 655-661.
- James, D.G. 1988. Fecundity, longevity and overwintering of *Trissolcus biproruli* Girault (Hymenoptera: Scelionidae) a parasitoid of *Biprorulus bibax* Breddin (Hemiptera: Pentatomidae). J. Aust. Entomol. Soc. 27: 297-301.
- Jennings, D.T. & M.W. Houseweart. 1983. Parasitism of spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae) eggs by *Trichogramma minutum* and absence of overwintering parasitoids. Environ. Entomol. 12: 535-540.
- Jubb Jr. G. L. & T. F. Watson 1971. Development of the egg parasite *Telenomus utahensis* in two pentatomid hosts in relation to temperature and host age. Ann. Entomol. Soc. Am. 64: 202-205.
- Keller, M.A. 1986. Overwintering by *Trichogramma exiguum* in North Carolina. Environ. Entomol. 15: 659-661.
- Laing, J.E. & J.E. Corrigan. 1995. Diapause induction and post-diapause emergence in *Trichogramma minutum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae): The role of host species, temperature, and photoperiod. Can. Entomol. 127: 103-110.
- López Jr., J.D. & R.K. Morrison. 1980a. Overwintering of *Trichogramma pretiosum* in Central Texas. Environ. Entomol. 9: 75-78.
- López Jr., J.D. & R.K. Morrison. 1980b. Susceptibility of immature of *Trichogramma pretiosum* to freezing and subfreezing temperatures. Environ. Entomol. 9: 697-700.
- Mansingh, A. 1971. Physiological classification of dormancies in insects. Can. Entomol. 103: 983-1009.
- Medeiros, M. A., F. V. G. Schimidt, M. S. Loiacono, V. F. Carvalho & M. Borges. 1997. Parasitismo e predação em ovos de *Euschistus heros* (Fab.) (Heteroptera: Pentatomidae) no Distrito Federal, Brasil. An. Soc. Entomol. Brasil 26: 397-401.
- Moreira, G.R.P. & M. Becker. 1986. Mortalidade de *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Heteroptera: Pentatomidae) no estágio de ovo na cultura da soja: II. Parasitóides. An. Soc. Entomol. Brasil 15: 291-308.
- Nakama, P.A. & L.A. Foerster. 2001. Efeito da alternância de temperaturas no desenvolvimento e emergência de *Trissolcus basal* (Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). Neotrop. Entomol. 30: 269-275.
- Orr, D.B. 1988. Scelionid wasps as biological control agents: A review. Fla. Entomol. 71: 506-528.
- Parker, F.D. & R.E. Pinnel. 1971. Overwintering of some *Trichogramma* spp. in Missouri. J. Econ. Entomol. 64: 80-81.
- Torgersen, T.R. & R.B. Ryan. 1981. Field biology of *Telenomus californicus* Ashmead, an important egg parasite of Douglas-fir tussock moth. Ann. Entomol. Soc. Am. 74: 185-186.
- Yeargan, K.V. 1980. Effects of temperature on developmental rate of *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Scelionidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 73: 339-342.
- Yeargan, K.V. 1983. Effects of temperature on developmental rate of *Trissolcus euschisti* (Hymenoptera: Scelionidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 76: 757-760.

Received 09/VIII/02. Accepted 22/III/06.